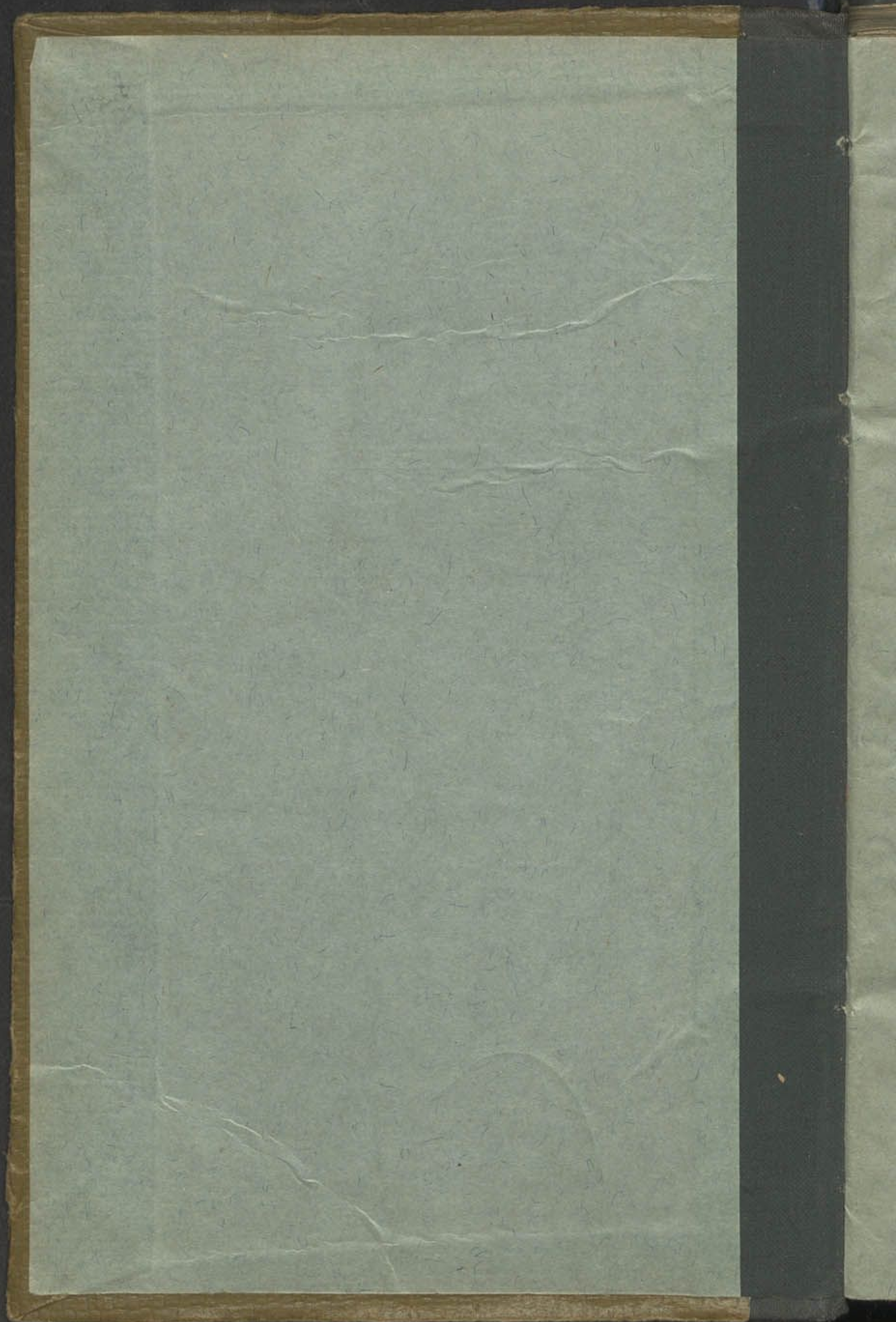
Б С С Р
БЕЛАРУСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ УНІВЕРСІТЭТ
ХІМІЧНЫ І БІЯЛАГІЧНЫ ФАКУЛЬТЭТЫ

Учёные записки

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ

№ 28

МЕНСК • 1936
ВЫДАННЕ БДУ



Б С С Р

БЕЛАРУСКІ ДЗЯРЖАЎНЫ УНІВЕРСІТЭТ
ХІМІЧНЫ І БІЯЛАГІЧНЫ ФАКУЛЬТЭТЫ

ПРОЛЕТАРЫІ ЎСІХ КРАІН, ЗЛУЧАЙЦЕСЯ!

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ

УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ

ВЫДАННЕ БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА
МЕНСК • 1936

Надрукавана па распараджэнню рэктара Бел. Дзярж. Універсітэта
А. С. Кучынскага

Адказныя рэдактары:

За хімічную частку праф. Э. В. Змачынскі.
За біялагічную частку праф. Т. Н. Годнеў.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

Н. Ф. ЕРМОЛЕНКО

ФІЛЬТРАЦЫЙНЫ АНАЛІЗ, ЯК ДЫСПЕРСОІДАНАЛІТЫЧНЫ МЕТАД АЦЭНКІ АДСАРБЕНТАЎ

У сувязі з усё ўзрастаючым унядрэннем фізіка-хімічных метадаў апрацоўкі прадуктаў нафтавай і тлушча-маслянай прамысловасці, выкарыстоўваючай для мэты адсарбцыйнага асвятлення тлушчаў і маслаў натуральныя адсарбенты—гліны і землі, адным з чарговых пытанняў у праблеме вывучэння гэтага роду адсарбентаў з'яўляецца пытанне аб вышуканні метадаў іх характарыстыкі.

Гаворачы аб такіх адсарбентах, як дрэўны, альбо жывёльны вугаль, сілікагель, актывіраваных альбо неактывіраваных, мы маем хаця-б агульнае прадстаўленне аб іх адноснай адсарбцыйнай актыўнасці, хаця і тут актыўнасць адсарбентаў хістаецца ў даволі шырокіх прэдзелах ад цэлага раду ўмоў і фактараў. Значна горш абстаіць справа з прыроднымі адсарбентамі—глінамі і землямі. Амаль усе даследчыкі гэтай галіны сходзяцца на тым пункце погляду, што судзіць аб іх адсарбцыйнай актыўнасці можна толькі пасля спецыяльнага вымярэння велічыні адсорбцыі з данага асяроддзя [1]) і што агульная хімічная і нават фізіка-хімічная характарыстыка не можа цалкам характарызаваць гліну як адсарбент.

Гэта тлумачыцца тым, што як гліны, так і асвятляемыя маслы прадстаўляюць сабой складаныя і нясталыя сістэмы і пры наяўнасці яшчэ ізбірацельнасці ў з'явах адсорбцыі сапраўды цяжка выпрацаваць агульны падыход к вырашэнню праблемы аб характарыстыцы прыродных адсарбентаў, прыемлемы для любой адсарбцыйнай сістэмы.

Не гледзячы, аднак, на значныя хістанні прыродных адсарбентаў па іх хімічнаму складу, рашаючую ролю ў працэсах адсорбцыі адыгрываюць усё-ж іх фізіка-хімічныя ўласцівасці, і чым больш мы знаем іх у гэтых адносінах,

тым бліжэй мы падыйдзем да вырашэння пытання аб іх характарыстыцы [2]).

На аснове вялікага матэрыяла, маючагася ў сучасны момант па прыродных адсарбентах [3]), выкарыстоўваючы ўласныя даныя ў гэтым напрамку [4]) у папярэдняй працы [5]) былі разабраны асноўныя фізіка-хімічныя ўласцівасці, характэрныя для высока-актыўных адсарбентаў. Адначасова з гэтым мной у даным даследванні зроблены спробы выкарыстаць яшчэ адзін фізіка-хімічны метад у мэтах характарыстыкі адсарбентаў—гэта метад фільтрацыйнага аналізу.

Прымяненне данага метада мае пад сабой тэарэтычнае аснаванне хаця-б ужо таму, што і адсорбцыя і хуткасць фільтрацыі цяснейшым чынам звязаны з калаідальнай прыродай адсарбента. Яшчэ работамі Во. Оствальда [6]) і яго школы[7]) на прыкладах даследвання характару глеб метадам фільтрацыйнага аналізу паказана, што пясчаністыя глебы маюць максімальную хуткасць фільтрацыі і па меры абагачэння глеб калаідальнымі прымесямі хуткасць фільтрацыі падае, маючы мінімальнае значэнне для багатых калоідамі гліністых глеб. Пры ўвядзенні ў каалінавыя суспензіі электралітаў Жукаву [8]) ўдалося ўстанавіць сувязь паміж стабільнасцю суспенсоіда, змяняемай з адсорбцыяй электралітаў і хуткасцю фільтрацыі. Фільтрацыйны аналіз быў з поспехам прыменен Matthäus [9]) для азначэння ступені набухання кажэвенных парашкоў. Найбольш шырока гэты метад выкарыстан Анціпавым-Каратаевым [10]) для даследвання характару глеб і ўплываў асяроддзя на стан глебавых калоідаў. А. В. Трыфанавым [11]) былі зроблены спробы матэматычнага выражэння хуткасці фільтрацыі гліністых суспензій, які выражаў даныя фільтрацыі наступнай формулай:

$$S = 2,3 \frac{\alpha}{k} \lg (1+Kt)$$

S—колькасць фільтрата

t—час фільтрацыі

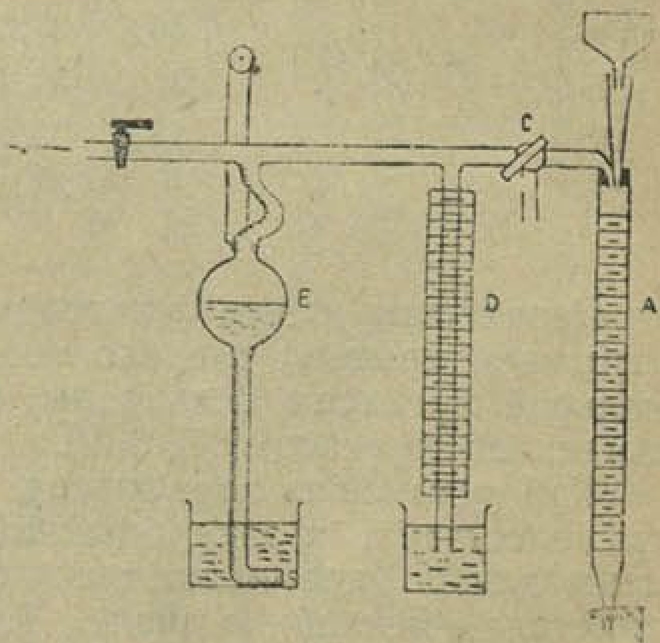
α, k—канстанты, з іх „α" выражае пачатковую хуткасць, „k"—каэфіцыент затухання фільтрацыі.

Аднак Анціпаў-Каратаеў, абагульняючы свой даволі абшырны даследчы матэрыял, прыходзіць к вываду, што трудна выразіць у матэматычнай залежнасці дысперснасць суспенсоіда і яго хуткасць фільтрацыі. Калі-б мы мелі справу проста з механічнымі частачкамі данай ступені дысперснасці суспенсоіда, то мы ў праве чакаць пры захаванні сталых умоў вопыта поўнай васпраізвадзімасці фільтрацыі і значыць скарыстоўваць даныя для строга матэматычнай апрацоўкі. Паколькі, аднак, у гліністых суспензіях

мы маем справу з калаідальнай сістэмай, падвержанай працэсу старэння і ўладаючай адноснай, лёгкапарушаемай ад цэлага раду фактараў стабільнасцю, то мы тут і назіраем значныя ваганні ў хуткасці фільтрацыі. Але якраз гэтыя ваганні ў фільтрацыі калаідальнай сістэмы тым больш цікавы, што яны, адлюстроўваючы стан сістэмы, могуць у пэўнай ступені характарызаваць адсарбцыйную актыўнасць вешчаства. Незалежна ад фільтрацыйнага метада, выходзячы толькі з палярнасці адсарбента і адсарбіруемага вешчаства, выходзячы з гідрафільнасці і гідрафобнасці адсарбента, мы загадзя абмяжоўваем вобласць прымянення прыродных адсарбентаў галоўным чынам няводнымі сістэмамі. Больш яснае прадстаўленне аб якасці адсарбентаў мы атрымоўваем па даных яго структуры. Крышталічныя пароды, нават крышталічны каалін, уладаючыя адносна невялікай удзельнай паверхняй—слабыя адсарбенты, наадварот—аморфныя—інфузорныя землі, трэпел і г. д. і калаідальныя гліны—адсарбцыйна-актыўны. Аднак гэтыя агульныя прадстаўленні ўскладняюцца, як толькі мы падыходзім к характарыстыцы адсарбентаў сярод асобных узораў з названых груп. У гэтым выпадку побач з другімі фізіка-хімічнымі паказальнікамі вялікае значэнне ў ацэнцы адсарбентаў можа мець іх фільтрацыйная здольнасць.

ЭКСПЕРЫМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТКА

Аб'ектам даследвання мною ўзяты гліны і землі, названыя альбо па месцу іх атрымання, альбо па характару пароды. Спачатку пароды даводзіліся да паветрана-сухога стану, размалваліся, прасейваліся праз сіта ў 0,5 і 0,25 мм, а сярэдняя проба з кожнай гліны падвяргалася поўнаму памолу для ўтварэння хімічнага аналізу.



Ф льтрацыйны прыбор.

Хуткасць фільтрацыі азначалася па метаду Во. Оствальда [6]), якім карысталіся потым у сваіх даследваннях Жукаў [8]) і Анціпаў-Каратаеў [10]). На варонку Бюхнера з двайным фільтрам хутка выпівалася проба з 2,5 г гліны і 50 куб. см вады, папярэдне ўзбоўтаная на шутэле на працягу 30 мінут. Роўна праз тры мінуты бюрэтка злучалася з манастатам,

рабіўся першы адлік у бюрэтцы і пад пастаянным разражэннем на 35 см воднага стаўба фільтрацыя працягвалася да канца са штомінутным адлікам узроўню ў бюрэтцы. Падобным чынам утвараліся вымярэнні для ўсіх проб даследуемых глін і зямель. Даныя прыведзены ў таблiцы 1.

Табліца № 1

Хуткасць фільтрацыі паветрана-сухіх глін і зямель

t	Алювіяльная	Іванаўскі трэпел	Глухаўскі каалін	Апока	Жалезістая	Шэра-зялёная	Агнеўпорная	Глаўканітавая	Лентачная
3	—	7,0	5,9	4,4	5,9	5,2	2,3	2,7	1,3
4	17,9	12,2	10,0	8,1	9,2	8,0	4,3	4,4	2,4
5	15,6	16,4	13,2	10,7	11,7	10,4	5,7	5,7	3,4
6	21,7	20,4	16,1	13,3	14	12,7	7,2	6,9	4,3
7	27,0	23,8	18,7	15,7	16,1	14,7	8,4	8,0	5,2
8	31,8	27,2	21,1	17,7	18,1	16,6	9,6	9,1	6,0
9	36,4	30,2	23,5	19,8	19,9	18,3	10,6	10,0	6,9
10	40,3	—	25,7	21,8	21,6	20,1	11,6	10,9	7,7
11		—	27,9	23,7	23,3	21,7	12,6	11,8	8,5
12		32,8	30,0	25,5	25,0	23,3	13,5	12,5	9,2
13		35,3	32,0	27,2	26,7	24,7	14,4	13,2	9,7
14			34,1	28,8	28,3	26,1	15,4	13,9	10,4
15			36,2	30,2	29,9	27,5	16,3	14,5	11,0
16			38,1	31,6	31,4	28,9	17,2	15,2	—
17				33,0	32,9	30,1	18,1	15.9	—

Перанёсшы даныя фільтрацыі на восі каардынат (фіг. 2), атрымаем крывыя, распаложаныя трыма групамі—з максімальнай хуткасцю фільтрацыі (1, 2, 3, 4), сярэдняй (5, 6) і мінімальнай хуткасцю (7, 8, 9).

Каб устанавіць залежнасць паміж хуткасцю фільтрацыі суспенсоідаў і іх адсарбцыйнай здольнасцю, былі ўстаноўлены для іх акрамя хімічнага складу цэлы рад дадатковых канстант—механічны аналіз, удзельная вага, пластычнасць і, нарэшце, праверана адсарбцыйная здольнасць у адносінах да мінеральных маслаў ї карасіна (табл. 2).

Падобнае ўсебаковае даследванне адсарбента асабліва важна ў даным выпадку, калі ўпершыню робяцца спробы прымянення фактара хуткасці фільтрацыі к характарыстыцы

Табліца № 2

	Назва гліны і зямель	Хімічны састаў					Механічны аналіз			d	η′	S	Г
		SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	0,25–0,05	0,05–0,01	<0,01 мм.				
1	Алювіяльная гліна. . .	73,75	6,77	4,42	2,52	1,52	12,17	5,33	78,13	2,39	—	27,0	43,18
2	Іванаўскі трэпел . . .	73.37	7,40	4,10	3,84	1,01	—	—	—	1,91	—	24,8	62,12
3	Глухаўскі каалін . . .	—	—	--	—	—	—	—	—	—	+—	18,7	54,54
4	Апока	88,02	5,55	1,20	1,0	1,12	—	—	—	1,80	—	15,7	55,35
5	Жалезістая гліна . . .	56,96	18,24	13,22	1,03	1,01	8,56	10,38	89,62	2,37	+	16,1	48,97
6	Шэра-зялёная гліна . .	71,54	11,77	6,19	1,46	1,69	8,86	19,44	70,24	2,37	—	14,7	37,5
7	Агнеўпорная	66,01	14,98	8,69	1,14	1,40	9,56	3,03	83,28	2,43	+	8,4	60,31
8	Глаўканітавая	63,35	9,20	11,24	1,90	2,16	15,20	2,0	78,34	2,69	—	8,0	50,98
9	Лентачная	56,7	13,88	6,12	8,72	5,15	0,65	2,41	96,95	2,31	+	5,2	50,95

S — хуткасць фільтрацыі ў куб. см; t=7 мін.

Г — % асвятлення карасіна

η — пластычнасць

адсарбентаў, бо пры вывучэнні калоідных сістэм з відавочнасцю ўстаноўлена [12]), што калаідальныя сістэмы ў адрозненне ад груба-дысперсных сістэм і ісціных раствораў могуць быць характарызаваны не адной, двума, а значна большым лікам канстант, адной з якіх у даным выпадку будзе хуткасць фільтрацыі.

Раней было ўказана [5]), што для добрых прыродных адсарбентаў характэрны наступныя фізіка-хімічныя прызнакі і ўласцівасці:

1) Сярэдняя альбо нізкая ступень пластычнасці пры аморфнай структуры адсарбента.

2) Высокая пластычнасць пры высокай ступені дысперснасці ў натуральным стане.

3) Малая ўдзельная вага.

4) Адсутнасць вялікай колькасці карбанатаў.

5) Нізкі % крышталічнай SiO_2.

6) Нізкі % арганічных калоідных прымесяў.

7) Высокая гіграскапічнасць у паветрана-сухім стане.

8) Тлустая навошчуп.

9) Кіслая рэакцыя.

10) Па хімічнаму саставу адсарбент павінен прыбліжацца альбо к крэмнекіслаце, альбо каалініту, але мець пры гэтым аморфную структуру. Па хімічнаму саставу часта назіраюцца адхіленні.

11) Афарбоўка не мае рашаючага значэння.

Аналізуючы даныя табл. 2, мы бачым, што *прамой прапарцыянальнай залежнасці паміж хуткасцю фільтрацыі і адсарбцыйнай актыўнасцю глін і зямель не назіраецца.* У ліку хутка фільтруючыхся парод мы маем адсарбцыйна-актыўныя—трэпел, глухаўскі каалін, апоку і інактыўную алювіяльную гліну. Марудна фільтруючыміся аказаліся— з асарбцыйна-актыўных: лентачная і агнеўпорная і менш актыўная—глаўканітавая. Сярэдняе палажэнне па хуткасці фільтрацыі занялі шэра-зялёная і жалезістая гліна. Каб зразумець падобнае размеркаванне глін, неабходна застанавіцца на прычынах змянення хуткасці фільтрацыі суспенсоідаў.

Як паказалі даследванні Во. Оствальда, Жукава і іншых, хуткасць фільтрацыі знаходзіцца ў адваротнай залежнасці ад калоіднасці даследуемага аб‘екта, ад ступені дысперснасці стабільнасці золя. Таму, калі мы маем пясчаністую гліну з вялікім процантам крышталічнай SiO_2, маючую значыць нізкі процант калоідных прымесяў, малую сумарную адсарбцыйную паверхню, характарызуемую нізкай гіграскапічнасцю і вялікай шчыльнасцю і нарэшце нізкай пластычнасцю, то такія гліны будуць мець максімальную хуткасць фільтрацыі і мінімальную адсорбцыю. Да іх у прыватнасці адносяцца даследваемая намі алювіяльная гліна і да некаторай ступені

шэра-зялёная. Але максімальную хуткасць фільтрацыі будуць мець таксама не пластычныя, а аморфныя ўтварэнні (інфузорныя землі) з нізкай удзельнай вагой, высокай гіграскапічнасцю, багатыя аморфнай SiO_2 і разам з тым уладаючыя высокай адсарбцыйнай актыўнасцю. Сюды ў нашым выпадку адносіцца трэпел, каалін і апока.

Вось чаму ў групе хутка фільтруючыхся глін і зямель мы маем адначасова высока-актыўныя і інактыўныя ўтварэнні, прычым першыя пераважна пластычныя, другія—аморфныя.

К групе марудна фільтруючыхся глін з дысперсоіднага пункту гледжання павінны адносіцца раней за ўсё багатыя калоіднымі ўтварэннямі ўзоры. У глінах мы сустракаем ў асноўным тры тыпы калоідных утварэнняў: 1) высока-дысперсная суспензія „глiністага вешчаства", па падліках Searle [13]) такіх частачак у асобных сортах глін бывае да 3%, 2) гелепадобныя ўтварэнні алюмасіліката. У працэсе паступовага разрушэння асноўных глінаўтвараючых парод (палявых шпатаў і інш.) пры працяглым дзейнічанні вады алюмасілікат можа разрушацца на раду з іншымі працэсамі, таксама і ў сілу гідроліза. У выніку гэтага працэса на паверхні глiністых частачак утвараецца гідратная гелепадобная абалонка алюмасіліката, замаруджваючая працэс фільтрацыі і павышаючая адсарбцыйную актыўнасць глін, і нарэшце 3) гліны ў большасці выпадкаў утрымліваюць большую або меншую колькасць арганічных калоідных прымесяў (гумусавыя і іншыя злучэнні).

Хуткасць фільтрацыі глін, абавязаная тром названым тыпам калоідаў, будзе вар'іраваць як ад іх адноснай колькасці, так і дысперснага стану, стабільнасці, залежачых ад прымесяў электралітаў і іншых умоў. Аднак пры ўсіх гэтых умовах калаідальна-абагачаныя гліны будуць мець меншую хуткасць фільтрацыі, чым першая група глін і зямель.

Замаруджаная фільтрацыя такіх узораў глін, як глаўканітавая, можа быць абавязана таму, што гліна састаіць з двух, рэзка адразняльных па ўдзельнай вазе ўтварэнняў: з зялёных зерняў, багатых глаўканітам, вельмі хутка выпадаючых на дно шчыльным слоем і тым замаруджваючы фільтрацыю і астатняй часткі гліны, больш светлай, утрымліваемай ва ўзважцы і як усякі стабільны суспенсоід марудна фільтруючыйся.

Пераходзячы зараз к сувязі паміж хуткасцю фільтрацыі і адсарбцыйнай актыўнасцю, мы і ў групе марудна фільтруючыхся глін (табл. 2) маем як актыўныя, так і малаактыўныя гліны. К першым адносяцца гліны багатыя высока-дысперснымі частачкамі, маючыя 83—97% частачак $<0{,}01$ мм. Па-другое, гэта будуць гліны багатыя гелепадобнымі, аморфнымі мінеральнымі злучэннямі. У тым і другім выпадку

гліны маюць высока-развітую адсарбцыйную паверхню і высокую адсарбцыйную актыўнасць.

К менш актыўным будуць адносіцца гліны, багатыя арганічнымі калаідальнымі прымесямі. Апошнія, адсарбіруючыся на паверхні частачак глiністага суспенсоіда, зніжаюць энергію іх паверхні, звязваюць ненасычаныя сувязі паверхневых атамаў адсарбента і тым зніжаюць іх далейшую адсарбцыйную здольнасць.

Гліны, займаючыя прамежкавае месца па хуткасці фільтрацыі, у маім выпадку—жалезістая і шэра-зялёная, уладаюць і прамежкавай адсарбцыйнай актыўнасцю, прыбліжаючыся к першай або другой групе.

Асобна ўзятая велічыня хуткасці фільтрацыі гліны, як і ўсякая другая асобна ўзятая фізіка-хімічная канстанта, не магла-б характарызаваць нам поўнасцю прыродных адсарбентаў, але ў радзе іншых фактараў гэта велічыня, як мы бачым, з'яўляецца адным з лепшых паказчыкаў адсарбцыйнай актыўнасці глін.

УПЛЫЎ ТЭМПЕРАТУРЫ НА ХУТКАСЦЬ ФІЛЬТРАЦЫІ ГЛІН

Калаідальная сістэма глін, як і ўсякая другая калаідальная сістэма, чулліва да ўсякіх знешніх уплываў, у тым ліку і да тэмпературы. З павышэннем тэмпературы наступаюць працэсы дэгідратацыі, якія вядуць суспенсоід часцей за ўсё к неабрацімай каагуляцыі. Арганічныя калаідальныя прымесі, як гэта было ўстаноўлена на гуматах [14]), хаця ў пэўных тэтпературных граніцах каагуліруюць і абрацімa, але ступені гідратацыі іх усякі раз зніжаюцца, прадстаўляючы тыповы выпадак гістэрэзіса. У сувязі з працэсам дэгідратацыі мы натуральна павінны чакаць павелічэння хуткасці фільтрацыі папярэдне высушаных пры 120° (табл. 3, фіг. 1) альбо пракаленых пры больш высокіх тэмпературах глін (табл. 4, фіг. 2).

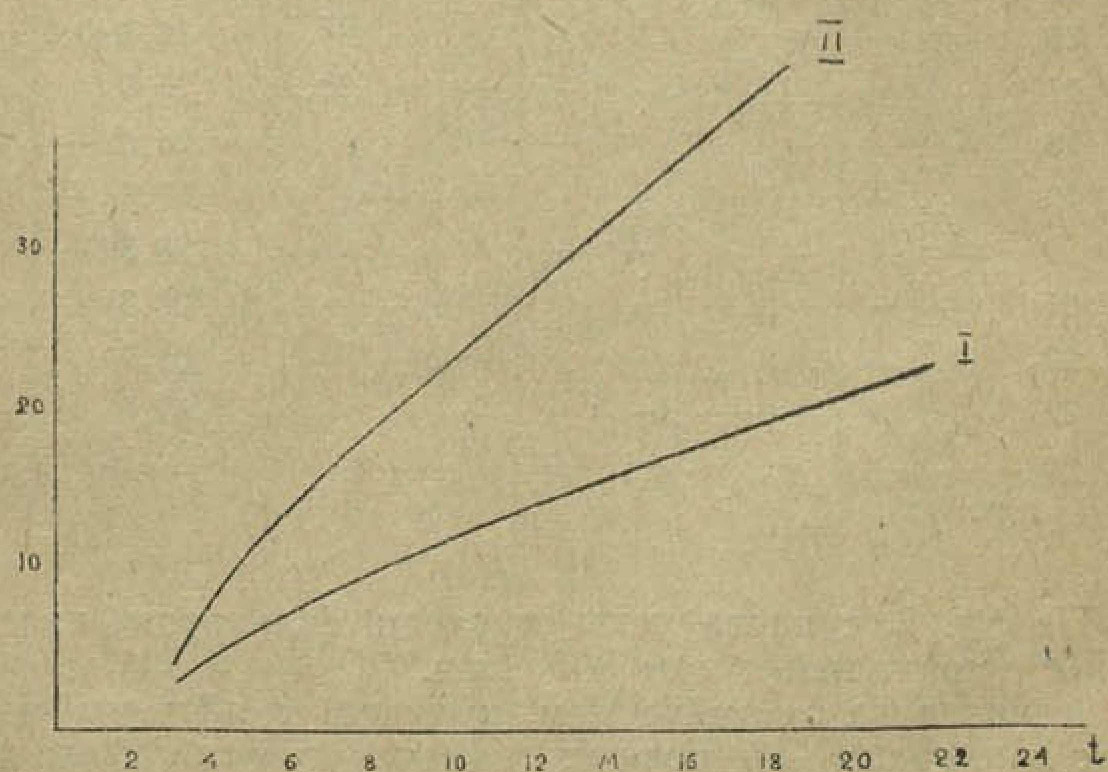
Адначасова з ростам хуткасці фільтрацыі для такіх глін мы назіраем і рост адсарбцыйнай актыўнасці. Паколькі адсорбцыю глінамі мы вядзем з мінеральна-масляных срэд, то пры ўдаленні гіграскапічнай вады ў працэсе сушкі глін мы робім даступнымі поры іх для пранікнення туды адсарбіруемых арганічных вяшчэстваў, часта няздольных к дыфузіі праз водны слой у капілярах.

Пры яшчэ больш высокіх тэмпературах, калі зусім разрушаюцца арганічныя калаідальныя прымесі глін, хуткасць фільтрацыі і адсорбцыя растуць яшчэ больш. Нарэшце, пры тэмпературах блізкіх к 500—700°, калі могуць наступіць працэсы частковага спякання адсарбента, пры далейшым росце фільтрацыі, адсарбцыйная актыўнасць падае. У табл. 3 і 4 прыводзяцца даныя фільтрацыі тэрмічна-апрацаваных глін.

Табліца № 3

Уплыў тэмпературы высушвання агнеўпорнай гліны 0,5 мм на хуткасць фільтрацыі

t	Паветрана-сухая I	120° II	t	в/с I	120° II
1	—	—	13	14,4	30,2
2	—	—	14	15,4	32,2
3	2,3	4,0	15	16,3	34,1
4	4,3	7,8	16	17,2	36,0
5	5,7	10,8	17	18,1	37,7
6	9,2	13,6	18	18,8	39,5
7	8,4	16,2	19	19,6	41,2
8	9,6	18,8	20	20,4	—
9	10,6	21,3	21	21,1	—
10	11,6	23,6	22	21,8	—
11	12,6	25,8	23	22,4	—
12	13,5	28,0	24	—	—



Фіг. 1

Табліца № 4

У табліцы 4 прыводзяцца даныя хуткасці фільтрацыі для глін 0,5 мм, папярэдне высушаных пры 300° і 500° на працягу 2-х гадзін

№№ глін	1	2		3	5		6		7		8		9	
t \ t°	500°	300°	500°	300°	300°	500°	300°	500°	300°	500°	300°	500°	300°	500°
3	21,3	13,0	21,4	7,1	6,6	15	8,4	усе	4,4	17,7	3,1	6,4	5,1	7,6
4	усе	21,9	усе	12,0	10,6	усе	14,5	—	7,6	усе	5,8	10,9	8,7	12,8
5	—	28,6	—	16,5	14,0	—	19,2	—	10,0	—	8,2	14,3	11,5	17,3
6	—	34,2	—	20,9	17,1	—	23,6	—	13,3	—	10,2	17,7	13,8	21,2
7	—	—	—	25,3	19,7	—	27,5	—	14,3	—	12,1	20,6	15,9	25,0
8	—	—	—	29,3	22,3	—	31,2	—	16,1	—	13,6	23,4	17,8	28,1
9	—	—	—	33,3	24,7	—	34,6	—	17,9	—	15,3	26,1	19,5	31,2
10	—	—	—	35,7	26,8	—	37,8	—	19,4	—	16,8	28,5	21,2	—
11	—	—	—	—	28,8	—	—	—	20,9	—	18,2	30,8	22,7	—
12	—	—	—	—	30,8	—	—	—	22,4	—	19,5	33,0	24,1	—
13	—	—	—	—	32,6	—	—	—	23,8	—	20,7	35,3	25,3	—
14	—	—	—	—	34,3	—	—	—	25,1	—	21,9	37,4	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	26,4	—	23,1	39,5	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	27,7	—	24,3	40,8	—	—
17	—	—	—	—	—	—	—	—	28,9	—	25,5	—	—	—
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	26,6	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27,8	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	28,8	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29,8	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	31,7	—	—	—
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	32,5	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

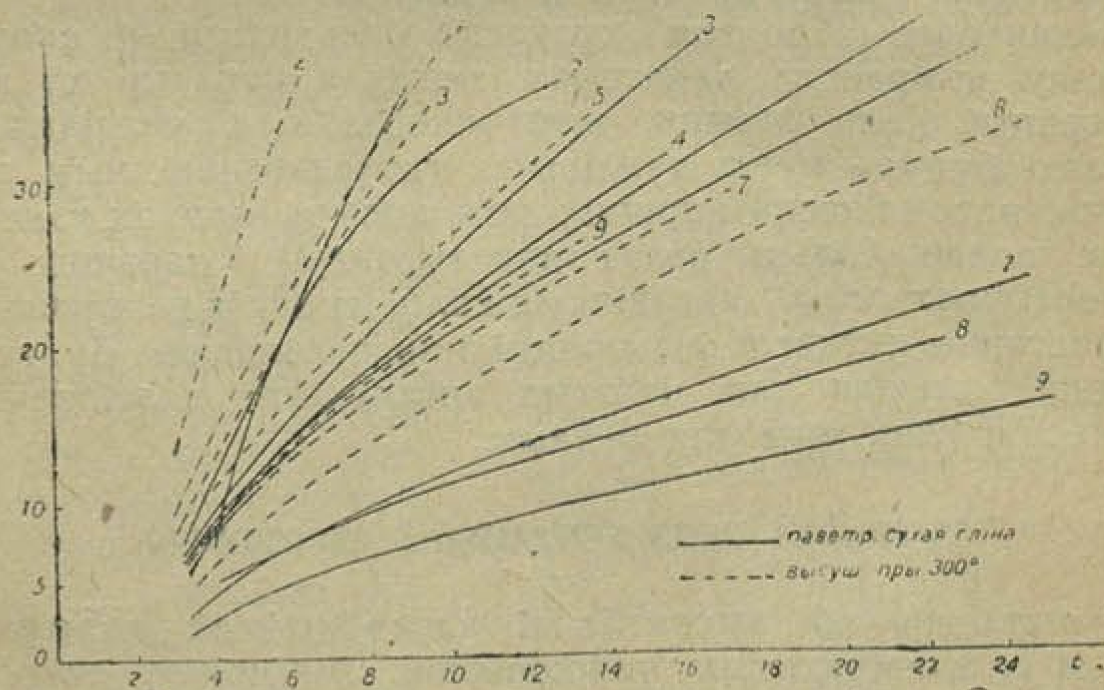
На фіг. 2 супастаўлены хуткасці фільтрацыі паветрана-сухіх і пракаленых пры 300° глін.

Адначасова са змяненнем хуткасці фільтрацыі высушаных папярэдне пры розных тэмпературах глін была даследвана і іх адсарбцыйная здольнасць па карасіну, аўтолу і верацённаму маслу па метаду, указанаму раней[4]). У табл. 5, фіг. 3 прыводжу даныя адсорбцыі толькі па карасіну.

Табліца № 5

№№ глін	Фракц. 0,5 мм. Тэмпературная апрацоўка глін			
	в/с	120°	300°	500°
	Адсорбцыя ў %%			
1	43,18	48,97	44,44	28,57
2	62,12	66,21	66,66	57,62
3	54,54	60,31	53,70	45,65
4	55,35	61,53	58,33	48,97
5	48,97	53,70	64,28	45,65
6	37,5	35,89	35,89	24,24
7	60,31	61,51	68,35	47,91
8	50,98	52,83	41,85	40,47
9	50,98	54,54	62,12	48,97

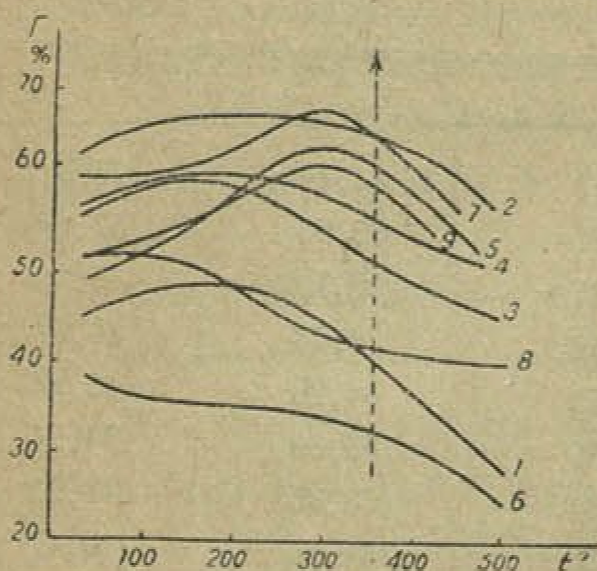
Разглядаючы табліцы 2, 3, 4, 5 і фіг. 2 і 3, мы бачым, што фільтрацыйны аналіз побач з іншымі фактарамі дае нам пэўнае прадстаўленне аб адсарбцыйнай актыўнасці па-



Фіг. 2.

ветрана-сухіх адсарбентаў. Па крайняй меры па даных фільтрацыйнага аналізу мы можам выдзеліць сярэднюю па актыўнасці групу адсарбентаў і дзве крайніх. Адна з апошніх груп (мінімальная хуткасць фільтрацыі) адносіцца к глінам

з павышанай і нават высокай адсарбцыйнай актыўнасцю, за выключэннем толькі багатых арганічнымі калаідальнымі прымесямі глін, наадварот, група з максімальнай хуткасцю фільтрацыі ўключае ў сябе альбо нікуды нягодныя адсарбенты (пясчаністыя гліны багатыя крышталічнымі злучэннямі), альбо высока-актыўныя адсарбенты аморфнага характару—тыпу інфузорных зямель.



Фіг. 3.

Што датычыцца глін, актывізаваных шляхам высушвання або пракальвання, то тут фільтрацыйны аналіз не можа даць нам указанні на напрамак змянення адсорбцыі, таму-што з тэмпературай пракальвання глін адсорбцыя на іх і хуткасць фільтрацыі змяняюцца па розных законах і ў розных напрамках: адсорбцыя праходзіць праз максімум (каля 300°), а фільтруемасць увесь час расце з тэмпературай пракальвання глін (фіг. 2, табл. 3 і 4). Падобны рост хуткасці фільтрацыі можна аб'ясніць наяўнасцю неабрацімай дэгідратацыі глін у працэсе іх пракальвання.

Адначасова з ростам хуткасці фільтрацыі ў апошнім выпадку назіраецца некаторая змена ў парадку хуткасці фільтрацыі. Калі ўлічыць, што мінеральныя, калаідальныя частачкі будуць менш чуллівы к пракальванню, чым арганічныя, устойлівасць апошніх пры досыць высокіх тэмпературах падае больш рэзка (дэнатурацыя) і нарэшце пры тэмпературах ∾300° арганічныя калоіды зусім разрушаюцца і нарастанне хуткасці фільтрацыі з пракальваннем будзе назірацца большая для багатых арганічнымі калаідальнымі прымесямі глін, чым для бедных.

ХУТКАСЦЬ СЕДЗІМЕНТАЦЫІ І АДСОРБЦЫЯ

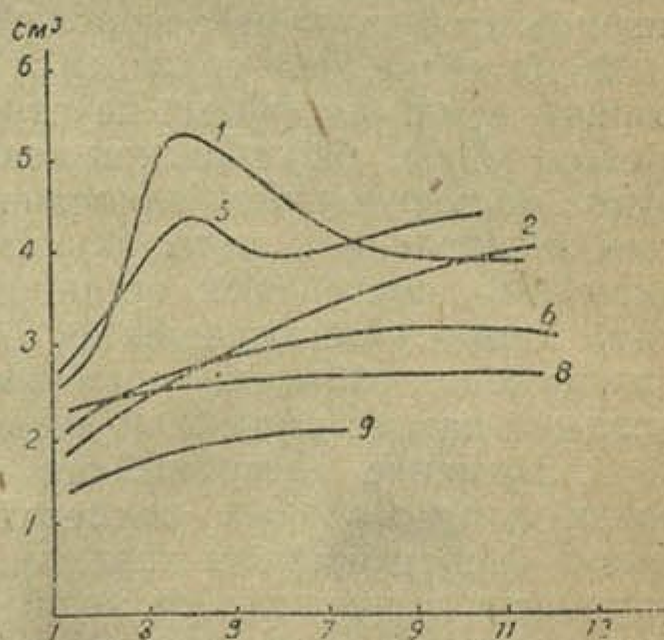
К пытанню аб высвятленні адсарбцыйнай актыўнасці глін па іх калаідальных уласцівасцях мы можам падыйсці не толькі з боку іх хуткасці фільтрацыі, звязанай у прыватнасці са стабільнасцю суспенсоіда, але і з боку седзіментацыйнага аналізу. Для вымярэння паказаных велічынь я скарыстаў цыліндравы метад азначэння як хуткасці седзіментацыі, так і максімальнага аб'ёма седзіментыруемага суспенсоіда. Колькасці асобных узораў глін браліся ў аднолькавых аб'ёмах, улічваючы іх удзельныя вагі (табл. 6, фіг. 4).

Табліца № 6

Хуткасць седзіментацыі глін і зямель

Назва глін	„h" у цыліндрах у см.					
	1 Алювіяльная	2 Трэпел	5 Жалезістая	6 Шэразялёная	8 Глаўканітавая	9 Лентачная
t \ d	2,4404	2,0	2,3890	2,6254	2,6174	2,4710
1	2,5	1,8	2,8	2,2	2,3	1,4
2	3,0	2,3	3,4	2,5	2,4	1,6
3	—	2,6	4,0	2,7	2,45	1,7
4	5,5	2,8	4,5	2,8	2,5	1,9
5	4,9	2,9	4,1	2,9	—	2,0
6	4,6	3,2	4,05	—	—	—
7	4,2	3,3	4,0	3,0	2,6	2,1
8	4,0	3,5	4,2	3,1	2,7	—
9	3,9	3,8	4,3	3,1	2,7	—
10	3,9	3,9	4,3	3,2	2,7	—
11	3,9	4,0	4,4	3,2	2,7	—
12	—	4,1	—	3,3	2,7	—
суткі	3,9	5,0	4,4	3,3	4,5	6,6

Седзіментацыйны аналіз дае нам мажлівасць характарызаваць стабільнасць суспенсоіда і тым меркаваць аб яго адноснай адсарбцыйнай актыўнасці. Гліны тыпу лентачных, хаця мы і бярэм іх прасеянымі праз аднолькавыя з астатнімі глінамі сіта, усё-ж з прычыны тонкай структуры пры ўстрахванні, яны ўтвараюць высока-дысперсны суспенсоід, устойлівы ў водных растворах і асядаючы занадта марудна. Кожная з частачак дысперсійнай фазы ўтварае вакол сябе гідратную абалонку. Таму канечная вышыня стаўба асеўшай у цыліндрах лентачнай гліны мае максімальнае значэнне. Падобная гліна a priori павінна адносіцца к лепшым адсарбентам, што і пацвярджаецца табл. 5.



Фіг. 4.

Удзельна больш лёгкія інфузорныя пароды тыпу трэпела даюць у выніку седзіментацыі таксама няшчыльны і значыць вялікі па аб'ёму стоўб, характарызуючы пароду як лепшы адсарбент.

Багатыя крышталічнымі ўтварэннямі гліны—алювіяльная і шэра-зялёная—пры хуткім цячэнні седзіментацыі ў выніку даюць усё-ж такі шчыльныя асадкі, утвараючы праз суткі ў цыліндрах нізкія стаўбы гліны—прызнак невысока-актыўных глін. У асобных выпадках гліна (алювіяльная) утварае пры хуткай седзіментацыі спачатку высокі стоўб, які ўшчыльняючыся пераходзіць праз максімум, дасягаючы праз суткі мінімальнага значэння (2,5→5,5→3,9 см).

Прамежкавыя па фізіка-хімічных уласцівасцях і па адсарбцыйнай актыўнасці гліны даюць сярэднія па велічыні адсарбцыйныя стаўбы (4,4→4,5). Узяўшы ў цыліндры гліны прасеяныя праз пэўныя сіта, мы можам значыць па аднаснай вышыні седзіментацыйных узроўняў меркаваць аб адноснай адсарбцыйнай актыўнасці.

ВЫВАДЫ

Прапрацавана пытанне аб скарыстанні фільтрацыйнага і седзіментацыйнага аналізу для характарыстыкі прыродных адсарбентаў. Устаноўлена:

1. Даныя фільтрацыйнага аналізу з'яўляюцца надзейнымі паказчыкамі структуры (крышталічныя, аморфныя), характара (высокі або нізка-дысперсны від калаідальных прымесяў) і стабільнасці глiністых суспенсоідаў, і тым самым з'яўляюцца паказчыкамі адсарбцыйнай актыўнасці вешчаства.

2. К хутка фільтруючымся адносяцца актыўныя інфузорныя землі, аморфныя па структуры і інактыўныя пясчаністыя гліны, багатыя крышталічнымі ўтварэннямі. К марудна фільтруючымся адносяцца высока-дысперсныя, багатыя мінеральнымі калаідальнымі прымесямі гліны і менш актыўныя, абагачаныя арганічнымі калаідальнымі ўтварэннямі. Узоры прамежкавыя па фізіка-хімічных і калаідальных уласцівасцях займаюць прамежкавае месца па хуткасці фільтрацыі і па адсарбцыйнай актыўнасці.

3. Змяненне адсарбцыйнай актыўнасці глін ад пракальвання іх пры розных тэмпературах не можа быць прасле джана фільтрацыйным аналізам, таму што адсорбцыя і фільтруемасць змяняюцца па розных законамернасцях. Адсорбцыя з ростам тэмпературы пракальвання глін праходзіць праз максімум, фільтруемасць у такім выпадку неперарыўна расце.

СПІС ЛІТАРАТУРЫ

1. Сборник „Отбеливающие земли СССР", 1933.
   С. Г. Мокрушин и А. Морозов, Журн. приклади. химии, *4*, 763, 1931.
   П. Н. Григорьев, Сборник экспериментальных работ по исследованию глин Института силикатов. *21*, 59, 1927.
   А. Е. Ферсман, Русские месторождения сукновальных глин, КЕПС, *1*, 1915.
2. Wo. Ostwald — Kolloid. Zeitschr. *43*, 249, 1927.
   П. А. Ребиндер с сотрудн., Сборник эксперим. работ по физико-химии техническ. суспензий, 1933.
   Н. А. Гельд — ЖРФХО 62, 1553, 1571, 1930.
   К. А. Гедройц — Kalloid. Chemische Beihefte.
3. Кауш. Отбеливающие вещества, 1929.
   М. М. Дубинин, Физико-химические основы сорбцион. техники, 1932.
   F. Krczil — Untersuchung und Bewertung technischer Adsorptionsstoffe.
4. Н. Ф. Ермоленко и Н. А. Абрамчук, Труды Хим. Института БелАН, *1*, 1934.
5. Н. Ф. Ермоленко, Адсорбция, Труды Хим. Инст. БелАН, *1*, 1934.
6. Wo. Ostwald — Koll. Zeitschr. *36*, 46, 1925; *43*, 1927.
7. A. Steiner — Koll. Zeitschr. *31*, 204, 1922.
   W. Roth — Koll. Zeitschr. *33*, 109, 1923.
8. И. И. Жуков и М. Соколова — ЖРФХО, *61*, 1091, 1929.
9. K. Matthuus — Koll. Zeitschr. *36*, 93, 1925.
10. Antipov — Karataev I. N. — Koll. Chem. Beih. *31*, 343, 1930. Труды Инст. Агропочвовед. Акад. С-Хоз. Наук в Ленинграде, вып. *11*, 1930.
11. А. В. Трофимов — Научно-Агрономич. журнал, 2, 1927.
12. Wo. Ostwald — Koll. Zeitschr. *36*, 46, 1125; *41*, 163; *43*, 249; *49*, 188, 1929.
   Wo. Ostwald u. Gamm — Koll. Zeitschr. *62*, 180, 1933.
   A. Buzagh — Koll. Zeitschr. *41*, [illegible], *43*, 215, 1927; 46, 178.
   N. Jermolenko — Koll. Zeitschr. *49*, 424, 1929.
13. A. B. Searle — Brit. Assoc. Rep. on Colloid. Chem. *3*.
14. G. Stadnikoff — Koll. Chem. Beih. *30*, 197, 297, 1930; *31*, 59, 1930.
   Н. Ф. Ермоленко и Д. Гинзбург, Труды Хим. Инст. БелАН, 1, 1934.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТАЎ
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936.

Н. Ф. ЕРМОЛЕНКО

АБ КАЛОІДНАЙ РАСТВАРЫМАСЦІ II*)

ПРАВІЛА АПАДКАЎ (BODENKÖRPERREGEL) ПРЫ ПЕПТЫЗАЦЫІ МЕТАЛОКСІДАЎ

(Калоідная лабараторыя БДУ)

Працэс пептызацыіі, як вядома, з'яўляецца адным з характэрных працэсаў для высокадысперсных, калоідных сістэм. У асноўным ён заключаецца ў пераводзе каагулята ў калоідны раствор, альбо ва ўтварэнні суспенсоіда з высокадысперснага парашку з дапамогай раду фактараў, у асаблівасці дзейнічання невялікай колькасці электралітаў.

Усю рознастайнасць з'яў пептызацыі Wo. Ostwald [1]) аб'ядпае ў чатыры асноўныя групы:

1. Адсарбцыйная пептызацыя
2. Дысалюцыйная „
3. Спантаная калоідная растварымасць
4. Пептызацыя набухаючага цела.

Ва ўсіх гэтых выпадках агульным з'яўляецца тое, што пептызіруемая матэрыя знаходзіцца ў ападку альбо ў стане высокай ступені дысперснасці, альбо ўладае ўласцівасцю набухаемасці ва ўзятым асяроддзі. У абодвух выпадках сувязь паміж асобнымі частачкамі няпрочная.

Апошнія два віды пептызацыі (3 і 4) адносяцца да вяшчэстваў альбо непасрэдна пераходзячых у раствор, напрыклад, растварэнне гумірабіку, альбо раствараючыхся пры некаторым павышэнні тэмпературы.

Больш цікавым для нас у даным выпадку з'яўляюцца: 1) адсарбцыйная пептызацыя і 2) дысалюцыйная пептызацыя.

Адсарбцыйную пептызацыю мы павінны прадставіць сабе так: высокадысперсны парашок вешчаства, малекулярна не раствараючагася ў даным растварыцелі, напрыклад, графіт, альбо вокісел цяжкага метала ў вадзе, будзе ася-

---

*) Першая работа па гэтаму пытанню апублікавана аўтарам у Kolloid. Zeitschr.—49, 424, 1929.

[1]) Wo. Ostwald—Kolloid. Zeitschr.—43, 253, 1927.

дацъ на дно, утвараючы альбо ілістую масу, альбо хлоп'я дзякуючы сіле цяжару і міжчасцічнаму прыцягненню, якое звычайна праяўляецца пасля збліжэння частачак на адлегласці дзейнічання так званых атракцыйных сіл, азначаемую ў 10^{-8} см.

Паколькі аднак тут не ўтвараецца крышталізацыі, а толькі ўзаемнае прыліпанне частачак, то сувязь паміж частачкамі будзе адносна слабая.

Уводзячы ў такую сістэму электраліт, які не растварае ўзятага ападку, але адзін з іёнаў якога будзе ізбірацельна адсарбіравацца на высокадысперсных частачках вокісла метала, мы прыдаем кожнай частачцы пэўны аднаімённы электрычны зарад, тым самым змяняем роўнавагу сістэмы. Адначасова з сіламі часцічнага прыцягнення, цяпер пачынаюць дзейнічаць электрастатычныя сілы адштурхоўвання аднаімённа-заражаных частачак, і мы тут будзем назіраць пасля гэтага дзве мажлівасці. Калі электраліта ўведзена ў сістэму вельмі мала, і ўсе аднаімённыя іёны, адсарбіруючыеся на паверхні кожнай з частачак ападку, прыдалі ім зарад ніжэй крытычнага патэнцыяла, то з'явы пептызацыі пакуль што назірацца не будзе, толькі сілы прыцягнення будуць некалькі аслаблены.

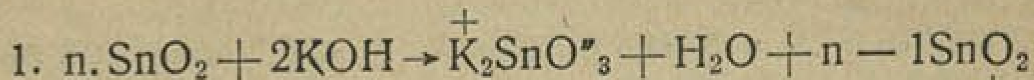
Пры далейшым прыбаўленні электраліта, дзякуючы працэсу адсорбцыі іёнаў, мы паступова павышаем патэнцыял частачак і пры некаторай канцэнтрацыі дасягаем і нават перавышаем крытычны патэнцыял. З гэтага моманту сілы электрастатычнага адштурхоўвання перавышаюць сілы міжчасцічнага прыцягнення, частачкі ападку дзякуючы гэтаму адрываюцца адна ад другой і з прычыны наліччa сіл адштурхоўвання і броўнскага руху яны пераходзяць у раствор, утвараючы ўстойлівую суспензію,—як мы кажам, назіраецца з'ява адсарбцыйнай пептызацыі.

Неабходна таксама адзначыць, што з'ява пептызацыі не абмяжоўваецца выпадкамі ўздзейнічання толькі электралітаў, але часта ў якасці пептызатараў могуць быць і не электраліты, напрыклад, гліцэрын, розныя сахарыстыя вешчаствы і г. д. Дастаткова ўказаць на работы N. G. Chatterji u. N. R. Dhar [1]), K. C. Sen u. N. R. Dhar [2]), A. Kuhn и H. Pirsch [3]), у каторых пептызатарамі для гідраксідаў браліся арганічныя вешчаствы.

Мы можам сустрэць і такія сістэмы, калі ўведзены электраліт сам значна не адсарбіруецца і такім чынам не з'яўляецца пептызатарам, але ён дзейнічае хімічна на асадак, часткова растварае яго і ў выніку растварэння ўтвараецца новы электраліт-пептызатар, адзін з іёнаў каторага

[1]) N. G. Chatterji u. N. R. Dhar—Kolloid. Zeitschr. 28, 235, 1921.
[2]) K. C. Sen u. N. R. Dhatr—Koll. Zeitschr. 33, 193, 1923.
[3]) A. Kuhn u. H. Pirsch—Koll. Beih. 21, 78, 1925.

адсарбіруецца на астаўшыхся нерастворнымі частачках ападку, прыдае ім гэтым самым аднаімённы зарад і пептызіруе.



$$1.\ n.SnO_2 + 2KOH \rightarrow \overset{+}{K}_2SnO''_3 + H_2O + n-1SnO_2$$

$$2.\ n-1SnO_2 + \overset{+}{K}_2SnO_3'' \rightarrow [SnO_2]_{n-1}.SnO_3'' + 2\overset{+}{K}$$

Канцэнтрацыю прыбаўляемага электраліта трэба рэгуляваць так, каб яго толькі хапіла для ўтварэння пептызатара, дастатковага для пептызацыі астаўшагася нерастворным ападку, але не больш, інакш будзе мець месца звычайны працэс малекулярнага растварэння ўсяго В. К. Wo. Ostwald[1]) звярнуў увагу на тое, што ў працэсе пептызацыі мае рашаючае значэнне не толькі колькасць прыбаўляемага пептызатара (электраліта), а таксама і колькасць узятага для пептызацыі ападку.

Пры звычайнай, малекулярнай растварымасці, вядучай да ўтварэння ісціннага раствора, для дадзенага растваремага вешчаства і растварыцеля пры дадзенай тэмпературы,—растварымасць будзе вызначацца да моманту насычэння праізвядзеннем растварымасці, незалежна ад колькасці астаўшагася нерастворaным вешчаства. Канцэнтрацыя вешчаства ў растворы пры дадзеных умовах будзе сталай, калі на дне раствора будзе аставацца хоць толькі адзін крышталік нераствaрыўшагася вешчаства і тое самае, калі на дне будуць заставацца нерастворанымі дзесяткі грамаў гэтага вешчаства. Графічна малекулярная растварымасць будзе выражацца O—O′—S крывой (фіг. 2).

Ізгіб у точкі O′ паказвае, што дасягнута насычэнне раствора і з далейшым прыбаўленнем вешчаства для растварэння канцэнтрацыя яго ў растворы застаецца сталай.

Наадварот, калі мы маем працэс калоіднага растварэння, звязанага з пептызацыяй, як паказалі даследванні Wo. Ostwald'a[1]) і яго школы[2]), тут мы маем асаблівасці, якія аб'яднаны Оствальдам і на падставе гэтага матэрыялу ім выказана тэорыя ападкаў, вядомая ў калоідна-хімічнай літаратуры пад назваю „Bodenkörperregel" (скарочана B.K.R).

Па даручэнню Wo. Ostwald'a мною[3]) было даследвана ў лабараторыі калоіднай хіміі Лейпцыгскага універсітэта прымянімасць B.K.R. да працэсу растварэння карбаната медзі ў амiячна-солевых растворах. У той-жа лабараторыі A. Buzagh[4]) вывучыў пептызацыю ZnO, HgO, Pb_3O_4, $BaSO_4$, $CaCO_3$.

Данае даследванне з'яўляецца развіццём паказаных ідэй ў прымяненні да вокіслаў металаў: CuO, Fe_2O_3, Ni_2O_3, PbO

[1]) Wo. Ostwald—Koll. Zeitschr. 41, 163; 43, 249, 1927; 49, 188, 1929 і інш.
[2]) Поўны спіс літаратуры па гэтаму пытанню прыведзен у рабоце Wo. Ostwald u. W. Gamm-Koll. Zeitschr. 62, 180, 1933.
[3]) N. Jermolenko—Über kolloide Löslichkeit—Koll. Zeitschr. 49, 424, 1929.
[4]) A. Buzagh—Koll. Zeitschr. 43, 220, 1927.

ЭКСПЕРЫМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТКА

Намі вывучана прымянімасць В. К. R. да сістэм $M_nO_m +$ $+ NH_3$; $M_nO_m + HCl$.

Пептызацыя ў гэтых сістэмах будзе адносіцца да тыпу дысалюцыйнай і часткова змешана з адсарбцыйнай пептызацыяй.

У дадзеным даследванні намі скарыстан прапанованы Wo. Ostwald'am[1]) цыліндравы і вагавы метад азначэння ступені пептызацы і з адначасовай фотафіксацыяй працэсу. Метад работы заключаўся ў тым, што ў рад мерных цыліндраў з прышліфованымі пробкамі, з усё ўзрастаючымі наважкамі добра расцёртага вокісла (В. К.) прыбаўляўся аднолькавы аб'ём электраліта аднолькавай канцэнтрацыі. Сасуды адначасова ўсе ўзбоўтваліся на шутэлі 30 мінут, астаўляліся потым стаяць на ўстойлівай паверхні (для ўнікнення дрыжэння) на пэўны час, пасля чаго піпеткай адбіраліся пробы з кожнага цыліндра, альбо непасрэдна, альбо з фільтрата, і вагавым шляхам азначалася колькасць пераведзенага ў раствор і суспензіраванага вокісла. Адначасова з гэтым для прабірачных вопытаў рабіліся здымкі, на якіх ясна відаць максімум пептызацыі. Для кожнай з узятых сістэм рабіўся рад папярэдніх вопытаў для падшукання суадносін паміж колькасцю В. К., аб'ёмам і канцэнтрацыяй электраліта, даючы найбольш эфектны пептызацыйны працэс.

У табл. 1, здым. 1 прыведзены працэс пептызацыі CuO растворам $NH_3 \frac{n}{1}$

Табліца № 1

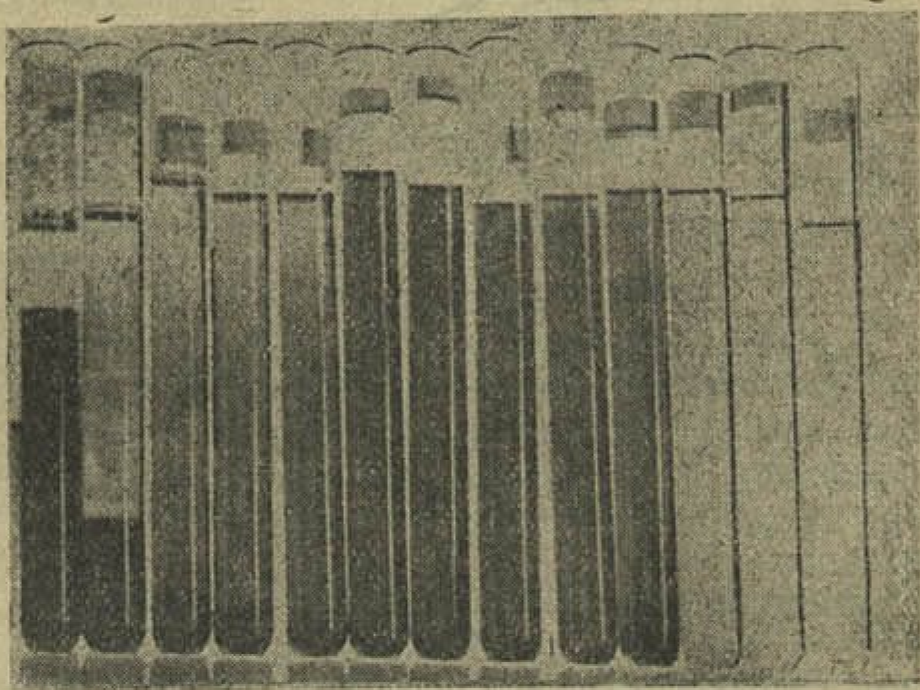
№№	Наважка В. К. CuO у грамах	$\frac{n}{1}$ NH_3 см³	Ступень пептызацыі
1	0,001	20	
2	0,005	"	
3	0,01	"	Вобласць максімальнай пептызацыі, № 7 максімум. (№№ 3–8)
4	0,03	"	
5	0,05	"	
6	0,1	"	
7	0,2	"	
8	0,4	"	
9	0,6	"	
10	0,8	"	

[1]) Wo. Ostwald—Koll. Zeitschr. 43, 1927.

Табліца № 1 (працяг)

№№	Наважка В. К. CuO у грамах	NH_3 $\frac{n}{1}$ см³.	Ступень пептызацыі
11	1,0	.	
12	2,0	.	
13	4,0	.	

Даныя табл. 1 і здымка 1 яскрава паказваюць, што мы тут маем максімум пептызацыі пры некаторай сярэдняй наважцы В. К. роўнай 0,2 гр/20 см³, што з'уляецца характэрным для Bodenkörperregel.



Здымак № 1.

Сутнасць В. К. R. у адносінах адсарбцыйнай і дысалюцыйнай пептызацыі можна каротка прадставіць так.

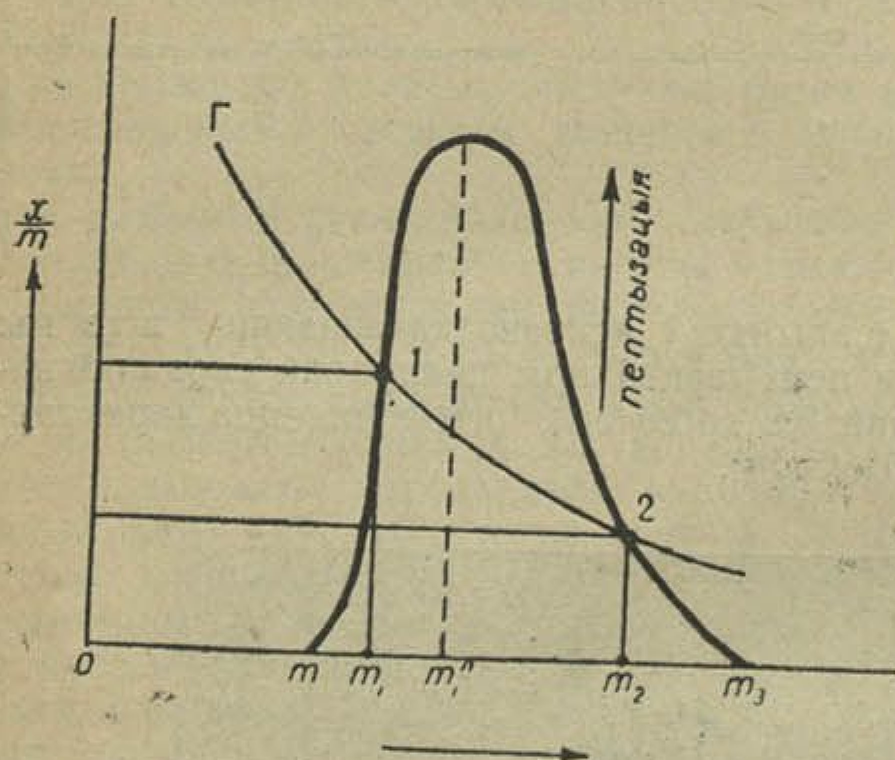
У адрозненне ад крывой малекулярнай растварымасці адсарбцыйная пептызацыя ў тыпічным выпадку выражаецца крывой (гл. фіг. 1 на стар. 24).

$\frac{x}{m}$ —колькасць пептызіраванага, альбо калоідна-растварымага вешчаства (x) у адносінах колькасці ўзятага для пептызацыі вешчаства (m),

m—колькасць узятага для пептызацыі вешчаства.

Калі ўзяць узрастаючыя колькасці вешчаства, падлягаючага пептызацыі $m—m_n$ пры сталай колькасці ўвадзімага ў сістэму электраліта—пептызатара, хімічна—не ўзаема-

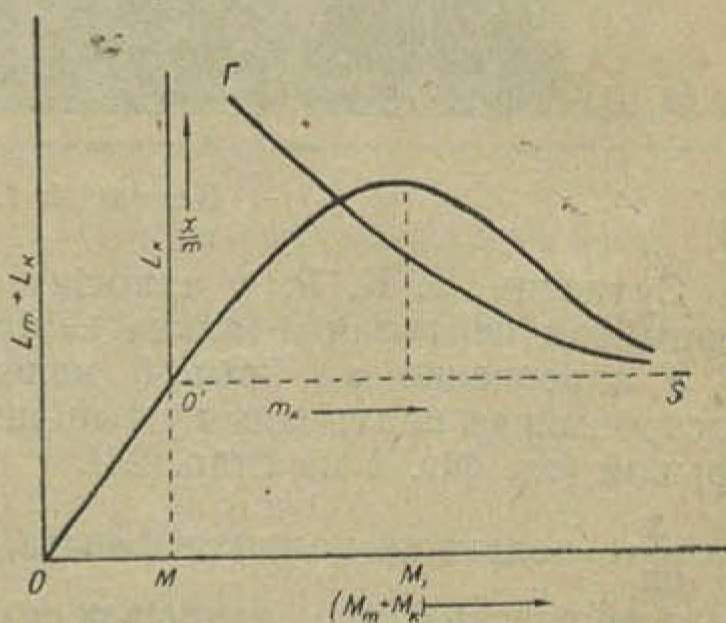
дзейнічаючых, то пры малой колькасці В. Қ., электраліта ў растворы будзе адносна так многа, што наліцо будуць умовы каагуляцыі і суспензіі не ўтворыцца (O—m).



Фіг. 1.

Пачынаючы ад некаторай большай наважкі В. Қ. (m), калі адсарбіраваны электраліт размяркоўваецца паміж большай колькасцю частачак, ствараюцца ўмовы для пептызацыі, якая будзе расці да колькасці В. Қ. — m″, дзе яна дасягае максімума. З далейшым ростам В. Қ. пры сталай колькасці электралітаў у растворы патэнцыял частачак па зразумелых прычынах падае, падае і пептызацыя. Пры m_3 узноў патэнцыял частачак становіцца ніжэй сілы міжчасцічнага прыцягнення і пептызацыі ўзноў назірацца не будзе.

Калі параўнаць колькасць адсарбіравання электраліта ў адносінах кожнай частачкі, то яна з ростам В. К. паступова падае, што відаць на крывой „Г", фіг. 1.



Фіг. 2.

У выпадку дысалюцыйнай пептызацыі ўвадзімы ў сістэму электраліт спачатку ўступае ў хімічныя ўзаемадзеянні з ападкам у стэхіяметрычных адносінах, утворыць у растворы новае злучэнне— пептызатар. Апошні пачынае адсарбіравацца на паверхні В. Қ. і пераводзіць частку ападку ў раствор (фіг. 2).

Такім чынам пры малых наважках В. К. пад дзеяннем электраліта спачатку ўвесь ападак будзе раствараецца малекулярна (Lm), утвараючы пры ўзятай сталай колькасці электраліта і колькасці В. К.=M насычаны раствор. Павялічваемая далей колькасць В. К. не можа растварыцца малекулярна, і крывая растварымасці павінна была-б ісці па напрамку O—S. Але тут на паверхні В. К. адсарбіруецца ўтвораны да точкі M пептызатар і пераводзіць звыш насычанай канцэнтрацыі некаторую колькасць ападку ў раствор (пептызацыя). Пептызацыя дасягае максімума пры M_1, з далейшым ростам В. К. патэнцыял частачак і разам з ім пептызацыя падае. Практычна назіраецца некаторае адхіленне ад паказанай тыпічнай схемы дысалюцыйнай пептызацыі.

Зварочваючыся зноў к вопыту, прыведзенаму ў табл. 1, трэба адзначыць яшчэ адно цікавае з'явішча. На другі дзень, калі галоўная маса суспензіі ў прыведзенай серыі прабірак асела, праведзена ўтарычнае ўзбаўтванне сістэмы; максімум пептызацыі зноў аказаўся для прабіркі № 7. Падобная з'ява ўтварэння суспенсоіда з максімумам для адной і той-жа наважкі В. К. можа быць васпраізведзена шляхам перыядычнага ўстрахівання адной і той-жа серыі проб сколькі ўгодна раз.

Такі лёгкі пераход пры прастым узбаўтванні сістэмы ад каагулята к адносна ўстойлівай сістэме для вешчаства, магучага па сутнасці ўтвараць неабрацімыя калоідныя сістэмы, якім звычайна з'яўляецца вокісел метала, можна, па-мойму, аб'ясніць наліччам тут з'явы ціксатрапіі.

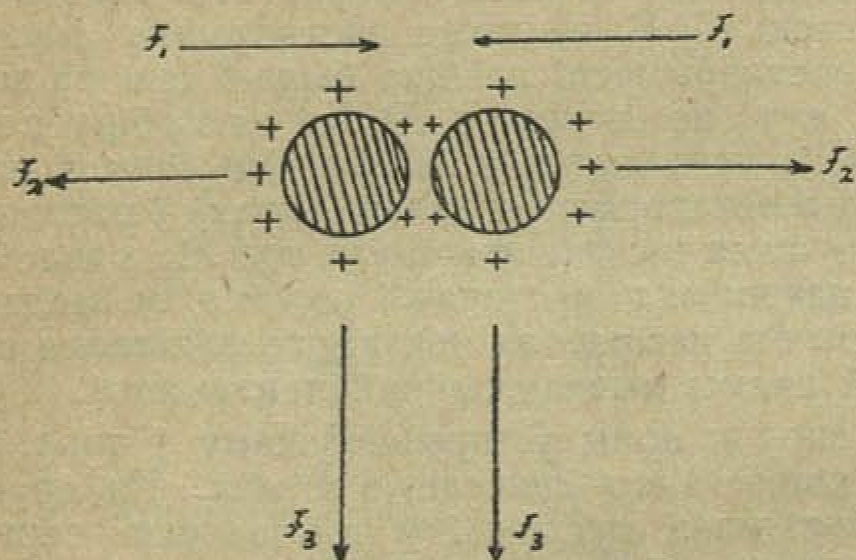
Аналагічная з'ява назіралася мной амаль для ўсіх выпадкаў пептызацыі металаксідаў. У той час, як Fr. Schalek u. Szegvari і інш.[1]) на вывучаных імі прыкладах гідрата жалеза, алюмінія, пяціокіса ванадыя і інш. золяў прышлі к вываду, што ціксатрапія ўласціва калоідным сістэмам, даючым пры каагуляцыі сплашныя, студневідныя гелі. Намі ў даным выпадку ўстаноўлен новы від ціксатрапіі, назіраемай для сістэм, даючых наадварот толькі ападкі і не ўтвараючых студневіднага геля. У адрозненне ад першага тыпу ціксатрапіі, якую можна было-б назваць „каагуляцыйнай", устаноўлены намі від ціксатрапіі мы прапануем называць *„седзіментацыйнай"* ціксатрапіяй.

Гэты працэс мы аб'ясняем наступным чынам: высокадысперсныя частачкі суспензіі падвергнуты дзейнічанню галоўным чынам 3-х сіл: 1) сілы міжчасцічнага прыцягнення F_1,

---

[1]) Fr. Schalek, Szegvari—Koll. Zeitschr. 32, 318; 33, 326, 1923.
H. Freundlich u. W. Rawitzer—Koll. Chem. Beih. 25, 231, 1927.
Freundlich—Koll. Zeitschr. 46, 289, 1928.
Svedberg—Koll. Zeitschr. 28, 218, 1921.

2) электрастатычнага адштурхоўвання і броўнаўскага руху (F_2) і 3) сілы цяжару (F_3).



Тады: Грубадысперсная сістэма ў прысутнасці электралітаў-пептызатараў будзе характарызавацца суадносінамі—$F_2 < F_3$. Калоідная сістэма — $F_1 < F_2 \geq F_3$. Малекулярна-дысперсная сістэма—$F_1 < F_2 > F_3$.

Абсалютнае значэнне F_2 малекулярна-дысперснай сістэмы больш, чым F_2 калоіднай сістэмы.

Звычайная ціксатрапія аб'ясняецца каагуляцыяй золя пры ўмовах, калі дысперсійная фаза даведзена да крытычнага патэнцыяла і сіла прыцягнення F_1 хоць у мінімальнай ступені перавысіла сілу міжчасцічнага адштурхоўвання F_2

$$F_1 \geqslant F_2$$

У выпадку вувучаемых намі суспензій найбольш устойлівая форма суспендзіі будзе ў выпадку калі:

$$F_1 < F_2 > F_3$$

Пры $F_1 > F_2 < F_3$ будзе хуткая седзіментацыя і толькі пры нязначным перавышэнні F_3 над F_2, г. значыць, калі $F_1 < F_2 \leqslant F_3$ не гледзячы на тое, што $F_2 > F_1$, але $F_2 = F_3$ альбо нават $F_2 < F_3$, сістэма будзе не зусім устойліва і будзе марудна седзіменціраваць.

Але седзіменціраваны ападак складаецца з частачак, нясучых аднаіменныя зарады з патэнцыялам вышэй крытычнага, прочнай сувязі паміж частачкамі не маецца; гэта не каагулят у звычайным сэнсе гэтага слова, але маса седзіменціраваных частачак з патэнцыяльнай мажлівасцю перайсці ў адносна ўстойлівую сістэму пры ўмове хоць невялікага процівадзейнічання ізбытачнай над броўнаўскім рухам і сілай электрастатычнага адштурхоўвання—сілай цяжару. Гэта процівадзейнічанне мы праводзім шляхам механічнага ўзбаўтвання, у выніку чаго ў нас зноў восстанаўліваецца суспензія прыблізна папярэдняй ступені ўстойлівасці і з тым-жа максімумам пептызацыі.

Такім чынам устаноўленая намі седзіментацыйная ціксатрапія мае тое агульнае з каагуляцыйнай ціксатрапіяй, што і там і тут мы простым механічным устрахіваннем пераходзім ад каагулята к калоіднай сістэме, або ў нашым выпадку к суспензіі. Але ў ціксатрапіі, вывучанай Freundlich'ам, Schalek і інш. шляхам устрахівання геля пераадаляваюцца ізбытачныя сілы межчасцічнага прыцягнення, у нашым выпадку такім устрахіваннем перадаляваецца ізбытачная сіла цяжару, але ў абодвух выпадках мы прыходзім к аналагічным калоідным або к суспенсоідным сістэмам.

Трэба лічыць, што побач з асноўнымі працэсамі седзіментацыйнай ціксатрапіі, можа мець месца паралельна ў пэўнай ступені працэс і каагуляцыйнай ціксатрапіі і наадварот, пагэтаму практычна мы будзем мець звычайна справу не з „чыстым", а пераважаючым з даным выпадкам відам ціксатрапіі.

Для колькаснага азначэння ступені пептызацыі і растварымасці ўзяты вешчаствы па ўказаных у табл. 2 суадносінах. Пасля 30-ці мінут узбаўтвання і 15 мінут седзіментацыі адабрана з кожнай прабіркі па 10 см^3 суспендзіі, высушана на вадзяной бані і потым у сушыльнай шафе пры 120° да сталай вагі. Максімум пептызацыі назіраецца пры В. К. = 0,2 гр, г. зн. пры некаторай сярэдняй колькасці В. К.

Табліца № 2

№№	В. К. CuO	NH_3 0,05 N см^3	x	Cu/L гр.
1	0,05	20	0,0071	0,5672
2	0,1	„	0,0117	0,9345
3	0,15	„	—	—
4	0,20	„	*0,0124*	*0,9906*
5	0,30	„	0,0077	0,6151
6	0,80	„	—	—
7	1,0	„	—	—
8	2,0	„	0,0025	0,1927
9	3,0	„	—	—

Аналагічным чынам была праведзена пептызацыя Ni_2O_3 з дапамогай 0,010 N HCl. Прапробленая пробная фільтрацыя паказала, што суспендзія атрымалася настолькі высока-

дысперснай, што праходзіла праз фільтр. Даныя прыведзены ў табл. 3.

Табліца № 3

№№	m Ni_2O_3	HCl 0,01N см³	Характар пептызацыі
1	0,05	20	Яскравая пептызацыя
2	0,1	"	Добра пептызіравана
3	0,3	"	Максімум пептызацыі
4	0,8	"	Падзенне пептызацыі
5	1,0	"	
6	1,2	"	
7	1,5	"	
8	1,8	"	
9	2,0	"	
10	2,5	"	

Для колькаснага азначэння працэса пептызацыі вопыты праведзены з $Ni_2O_3+0{,}05N$ HCl табл. 4. Пасля 30 мінутнага ўзбаўтывання сумесі прабіркі астаўлены сендзіменціраваць на 1 г. 20 мін., а потым засняты, а праз 2 г. 30 мін. ад пачатку ўзбаўтвання ўзяты пробы па 10 см³ з кожнай прабіркі, у якіх пасля выпарвання пробы на вадзяной бані з канц. HCl вагавым шляхам азначан хлорысты нікель. Дадзеныя прыведзены ў табл. 4. Для ўзважвання ўзяты не ўсе пробы, а па адной з крайніх і максімальна-пептызіраваўшыя.

Табліца № 4

№№	m Ni_2O_3	HCl 0,05N Cm³	$x = NiCl_2/10$	Ni/L	Характар раствору
1	0,03	20,0	0,0024	0,1086	светлы раствор над ападкам
2	0,05	"	—	—	" " " "
3	0,1	"	—	—	заметны пачатак пептызацыі
4	0,3	"	0,0174	0,7878	↓
5	0,8	"	—	—	
6	1,0	"	0,0477	2,160	максімум пептызацыі
7	1,2	"	0,0491	2,22	пептызацыя падае
8	1,5	"	0,0462	2,07	↓

Былі зроблены спробы пептызіраваць аналагічную таблiцы 4 серыю В. Қ. Ni_2O_3 таксама 0,05 N аміяком, але паскольку не накапляўся ў сістэме пептызатар, тут і не назіралася ніякай пептызацыі.

З даных табл. 3 і 4 мы бачым, што з ростам канцэнтрацыі пептызатара, максімум пептызацыі расце ў бок большых „m“, што якраз адпавядае правілу ападкаў. Пры 0,01 N HCl максімум пептызацыі назіраецца для наважкі В. Қ.=0,3 грама, а пры 0,05N=HCl для наважкі ў адзін грам. З ростам канцэнтрацыі HCl колькасць хімічна-растварымага Ni_2O_3 павінна быць яскрава больш, чым пры тым-жа аб'ёме 0,01N=HCl, а з ростам пептызатара ў растворы павялічваецца і мажлівасць пептызацыі.

Падобны зрух максімума пептызацыі з ростам канцэнтрацыі электраліта назіраўся і для другіх сістэм, у прыватнасці Buzagh [1]) назіраў яго для сістэмы вугаль-мыла; каалін-гумінавыя кіслоты і г. д.

У табл. 5 прыведзены даныя пептызацыі Ni_2O_3 з яшчэ большай канцэнтрацыяй HCl=0,11N

Табліца № 5.

№№	m	HCl 0,11N см³	Характар пептызацыі
1	0,1	20,0	Зона пептызацыі.
2	0,3	„	Зона пептызацыі.
3	0,8	„	Зона пептызацыі.
4	1,0	„	Зона пептызацыі. максімум пептызацыі
5	1,5	„	Зона пептызацыі.
6	2,0	„	Зона пептызацыі.
7	2,5	„	
8	3,0	„	
9	4,0	„	

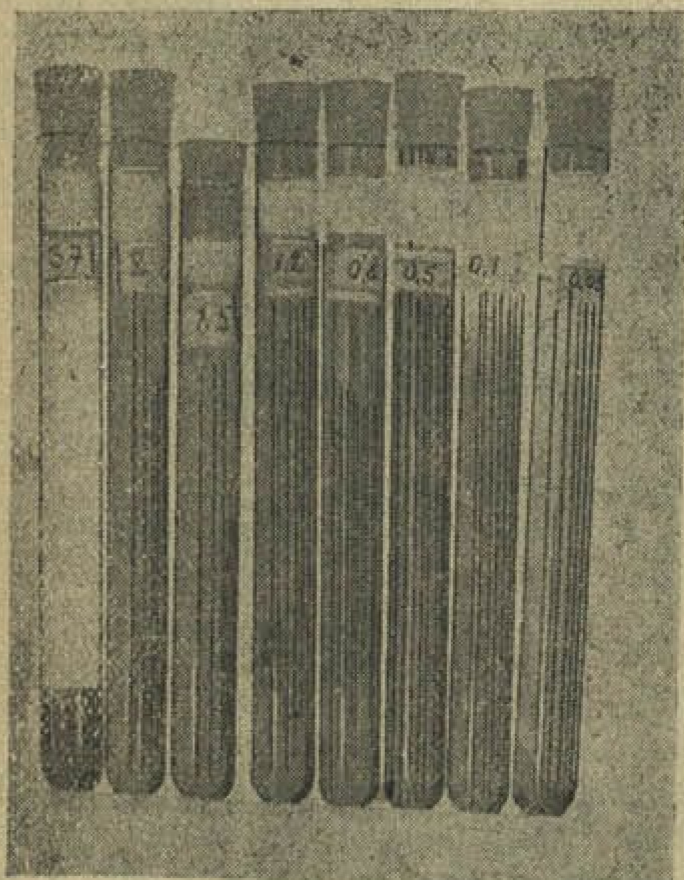
Хаця максімум пептызацыі застаецца каля В. Қ.=1,0 (мажліва пры больш дробных градацыях В. Қ. можна было-б і тут замеціць зрух пептызацыі ў бок большых „m“ з ростам канцэнтрацыі HCl, напрыклад пры В. Қ.=1,3—1,4), як і для HCL 0,05N, але вобласць, ахвачаная пептызацыяй, тут значна большая ~ 0,1—2,0.

Для азначэння ўплыву канцэнтрацыі HCl на пептызацыю прыведзеных вышэй колькасцей В. Қ. намі скарыстаны ападкі з серыі прабірак табл. 5, у якіх растворы з 0,01N HCl

[1]) Buzagh—Kolloid Zeitschr. 43; 220, 1927.

былі дэканціраваны і замест іх прыбаўлена ў кожную прабірку па 20 см^3 2 N, HCl. Пры гэтых суадносінах кіслаты і В. Ķ. не назіраецца максімума пептызацыі, суспензія Ni_2O_3 седзіменціруе хутка на дно, але наступовае запозніванне хуткасці седзіментацыі ў прабірках з узрастаючай колькасцю В. Ķ. паказвае, што максімум пептызацыі з 2N, HCl перасунуўся к узору з большай чым 4,0 гр колькасцю В. Ķ. Гэта адпавядае якраз патрабаванням тэорыі Bodenkörperregel. Пры 2N HCl назіраецца энергічная акісліцельна-аднавіцельная рэакцыя паміж Ni_2O_3 і HCl з выдзяленнем Cl_2 і накапленнем у растворы пептызатара $NiCl_2$, які дае суспензію: $[Ni_2O_3].Ni+2Cl$.

Аналагічным метадам была даследвана пептызацыя Fe_2O_3, які папярэдне быў размолат, як і CuO, Ni_2O_3 да высокадысперснага становішча. К узрастаючым В. К. — Fe_2O_3 (0,05; 0,1; 0,5; 0,8; 1,2; 1,5; 2,0; 3,7) было прыбаўлена па 20 см^3 0,05N NH_3. Пасля ўзбаўтвання ніякай суспензіі не назіралася, аналагічны выпадак назіраўся і для Ni_2O_3. Такія-ж пробы апрацаваны 20 см^3 0,05 N, HCl. Неабходна адзначыць цікавую з'яву, назіраўшуюся ў адносінах пептызацыі Fe_2O_3. Першая апрацоўка В.Ķ. з 0,05 N HCl не прывяла к пептызацыі; гэты раствор быў деканціраван, ападак прамыт вадою і апрацован новымі 20 см^3 0,05 N HCl— паявілася рэзкая пептызацыя, ахапіўшая вобласць В. Ķ. ад 0,05 да 2,0 грам (здымак 2).



Здымак № 2

Такі-ж вопыт праробдлен другі раз. Але тут В. Ķ. апрацован спачатку 20 см^3. 0,01 N HCl — ніякай суспензіі. Раствор дэканціраван, В. Ķ. прамыт вадой і апрацован новымі 20 см^3 0,05 N HCl—ясная пептызацыя. Пасля 30-мінутнага ўзбаўтвання і 20-мінутнай седзіментацыі суспензія фільтравалася праз фільтр № 596. У астатнім методыка папярэдняя. Даныя прыведзены ў табл. 6.

Калі нанесці дадзеныя пептызацыі на восі каардынат, то характар крывой пептызацыі паказвае, што тут з'ява пеп-

Табліца № 6

№№	В. К. mFe_2O_3	HCl 0,05N см^3	$FeCl_3$ 10 см^3	Fe/L	Характар раствору над В. К.
1	0,1	20	—	—	празрыст.
2	0,5	„	0,0033	0,1136	слабая суспензія
3	1,0	„	—	—	—
4	1,5	„	0,0597	2,0552	ясная суспензія
5	2,0	„	—	—	„
6	2,3	„	0,1246	4,2896	максімальн. суспензія
7	2,8	„	0,0837	2,8816	падзенне пептызацыі
8	3,0	„	0,0301	2,0362	„
9	3,5	„	—	—	раствор над В. К. празр.

тызацыі працякае па законамернасцях В. К. R. і максімум пептызацыі назіраецца для сярэдніх велічынь В. К. Сістэма можа быць аднесена па сутнасці к дысалюцыйнай пептызацыі, нараду з гэтым часткова працякае і адсарбцыйная пептызацыя.

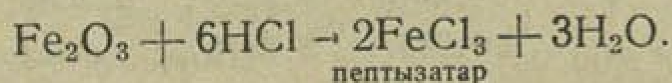
Для больш дэталёвага вывучэння ўплыву папярэдняй апрацоўкі ападку (пратраўлівання) для далейшай пептызацыі намі праароблен шэраг вопытаў, прыведзеных у табл. 7.

Табліца № 7

№№	В. К. Fe_2O_3 гр.	20 см^3	Характар пептызацыі	Застаецца або замяняецца пратравіцель	Ступень пептызацыі пасля ўтарычнай апрацоўкі
1	1,2	0,05N, HCl	не пептызіруе	не мяняецца (кантрольны)	не пептызіруе
2	1,2	„		H_2O	добра пептызіруе, суспензія застаецца ўстойлівай больш 24 гадзін
3	1,2	$\frac{n}{1}$ HCl (1 см^3)		+9 см^3 H_2O	пептызіруе, суспензія хутка выпадае
4	1,2	H_2O		застаецца	не пептызіруе
5	1,2	0,05N, HCl		замен. нов. порц. 0,05N HCl	пептызіруе
6	1,2	H_2O		замест дэканціраванага 1 см^3 H_2O + +1 см^3 0,05N HCl	не пептызіруе
7	3,7	0,05N, HCl		застаецца	„
8	3,7	„		H_2O	„
9	3,7	„		новая порцыя 0,05N HCl	добра пептызіруе
10	3,7	„		новая порцыя 0,1N HCl	слаба пептызіруе

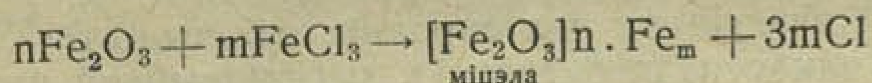
У трэцяй графе прыведзены вешчаствы, якімі вытваралася пратраўленне, у чацвертым адносіны ападку да пратравіцел яў у пятым—замена пратравіцеляў новымі срэдамі і ў шостым—характар пептызацыі.

Дадзеныя табл. 7 з відавочнасцю паказваюць, што для пептызацыі вялікую ролю адыгрывае папярэдняе „пратраўліванне“ вокісла. Вопыты 1, 4, 7 паказваюць, што першая порцыя пептызатара—кіслаты і вада не пептызіруюць. Не назіраецца пептызацыі і пры вельмі нізкіх канцэнтрацыях кіслаты (0,0025 N, воп. 6), калі ў растворы за недахопам кіслаты яшчэ не накапілася досыць пептызатара па рэакцыі.



$$Fe_2O_3 + 6HCl \rightarrow \underset{\text{пептызатар}}{2FeCl_3} + 3H_2O.$$

і адсюль не можа ўтварыцца і калоідная сістэма, якая ў выніку пептызацыі павінна была ўтварыцца па схеме:



$$nFe_2O_3 + mFeCl_3 \rightarrow \underset{\text{міцэла}}{[Fe_2O_3]n \,.\, Fe_m} + 3mCl$$

Пры адносна высокай канцэнтрацыі HCl, напрыклад, 0,1N (вопыт 3 і 10) пептызацыя хаця і назіраецца, але суспензія не ўстойліва.

Добрая пептызацыя назіраецца пры папярэднім „пратраўліванні“ пептызіруемага вешчаства разбаўленай кіслатой і пасля ўдалення гэтага раствору, пептызіраванне новай порцыяй разбаўленай (∾ 0,05N) кіслатой. Трэба лічыць, што пры папярэднім „пратраўліванні“ вокісла кіслатой, удаляецца больш растварымая састаўная частка вокісла і тым самым удаляецца атрыманы ў гэтых умовах ізбытак солей, перашкаджаючых пептызацыі.

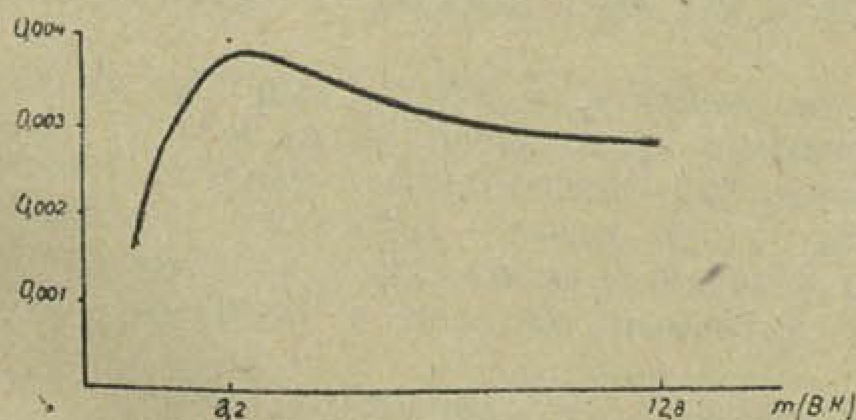
Праверана таксама пептызацыя PbO. Ўзяты ўзрастаючыя наважкі В. К.—PbO і апрацованы кожная 20 см³ 0,05N HNO_3—слабая суспензія. Кіслата дэканціравана і заменена вадой, пры ўзбаўтванні пептызацыі не назіраецца, PbO хутка выпадае на дно. Але пасля ўзбаўтвання на другі дзень (патрабуецца пэўны час для накаплення ў растворы пептызатара) выяўлена ясна пептызацыя з максімумам каля 3,2 грама, вадкасць заменена новай порцыяй вады і ўзбоўтана яшчэ раз, максімум ізноў слаба вырысоўваецца каля В. К. = 3,2 грама. Сістэма заснята праз 1 г. 25 мінут. Растворы прафільтраваны, растворaныя і суспензіраваная частка азначана з 10 см³ фільтрата пасля выпарвання. Даныя прыведзены ў табл. 8 і фіг. 3.

Агульным для ўсіх гэтых вопытаў з'яўляецца тое, што пры сталай колькасці электралітаў і ўзрастаючых наважках В. К., пептызацыя праходзіць праз максімум, зніжаючыся як у бок меншых, так і ў бок большых В. К., што з'яўляецца тыпічным для Bodenkörperregel.

Табліца № 8

№№	В. К. PbO	0,05N $HNO_3 - H_2O$	x/10 см³
1	0,2	20	—
2	0,4	„	—
3	0,8	„	—
4	1,6	„	0,0024
5	3,2	„	*0,0038*
6	6,4	„	—
7	12,8	„	0,0028

Для кожнай з прыведзеных табліц зроблены фотаздымкі, але па тэхнічных прычынах прыводзяцца толькі некаторыя.



Фіг. 3.

ВЫВАДЫ

Праведзена даследванне працэса пептызацыі металаксідаў. Установлена:

1. К працэсу пептызацыі CuO аміяком і Ni_2O_3, Fe_2O_3, PbO кіслотамі прымяніма Bodenkörperregel Bo. Оствальда.

2. Больш інтэнсіўная пептызацыя Fe_2O_3 назіраецца пры папярэднім „пратраўліванні“ вокіслаў кіслотамі, вядучым, мажліва, к удаленню з сістэмы больш растварымай часткі вокісла і тым самым к удаленню ізбытку электралітаў, перашкаджаючых пептызацыі.

3. У працэсе суспензіравання металаксідаў намі ўстаноўлена з'ява ціксатрапіі. У адрозненне ад каагуляцыйнай ціксатрапіі ў гэтым выпадку прапанавана назваць яе *седзіментацыйнай ціксатрапіяй.*

У заключэнне аўтар лічыць сваім прыемным доўгам яшчэ раз выразіць падзяку паважанаму прафесару Bo. Оствальду, пабудзіўшаму мяне заняцца пытаннямі Bodenkörperregel і ў лабараторыі якога выканана аўтарам першая работа на даную тэму.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

Н. Ф. ЕРМОЛЕНКО

ГІДРАТНАЯ ТЭОРЫЯ РАСТВОРАЎ [1])

Па Вальдэну гісторыя развіцця вучэння аб растворах гэта зеркала, у якім адлюстравалася ў паменшаным відзе ў гістарычнай і лагічнай паслядоўнасці ўсё развіццё хіміі. Растворы, будучы сцержнем, вакол якога канцэнтравалася навуковая хімічная думка амаль усіх вякоў, натуральна былі аб'ектам дыскусіі з першых момантаў навуковага развіцця хіміі.

Ужо з часу Лавуаз'е погляды на прыроду раствораў разбіліся на дзве плыні—фізічную і хімічную, і выкрышталізаванне гэтых плыняў дасягнула свайго апагея: адна ў асматычнай тэорыі Вант-Гофа, аснаванай на малекулярна-кінетычных прадстаўленнях, а другая ў гідратнай тэорыі Мендэлеева, прадстаўляючай працэс растварэння як працэс хімічнага ўзаемадзеяння раствараемай матэрыі з растварыцелем.

Першую яскравую фармуліроўку абодвух плыняў мы сустракаем ужо па фізічнай тэорыі ў Лавуаз'е, па хімічнай тэорыі—у Бертолле. Лавуаз'е [2]) пэўна выказаўся ў тым сэнсе, што растворы цукру і іншых вяшчэстваў у вадзе прадстаўляюць сабой толькі сумесі, якія ўтварыліся дзейнічаннем механічных сіл. Тэорыя Бертолле наадварот мае дзве прадпасылкі:

1) Працэс растварэння прадстаўляе сабой хімічны працэс, абумоўліваемы ўзаемным срадством растварыцеля і раствараемага цела.

2) Раствор прадстаўляе сабой сапраўднае хімічнае злучэнне, не гледзячы на тое, што ён не паказвае тых пэўных

[1]) Даложана на сесіі БДУ, прысвечанай стагоддзю са дня нараджэння Д. І. Мендэлеева.

[2]) Лавуаз'е—Traitè èlémentaire de Chymie. 1789.

узаемаадносін, якія існуюць паміж састаўнымі часткамі ў многіх злучэннях.

Па меры разгортвання дыскусіі ў літаратуры накапілася маса эксперыментальнага матэрыялу, які патрабаваў як у тым, так і ў другім выпадку агульна-тэарэтычнага афармлення.

І вось у 1887 г. у першым нумары заснаванага Во. Оствальдам Zeitschrift für Physikaliche Chemie паяўляюцца адначасова тры класічных працы: 1) работа Мендэлеева па гідратна-хімічнай тэорыі раствораў; 2) работа Вант-Гофа па асматычнай, па сутнасці фізічнай тэорыі, і ўрэшце 3) не менш вядомая тэорыя электралітычнай дысацыяцыі Арэніуса, у пэўнай меры дапаўняючая тэорыю Вант-Гофа і паслужыўшая ў далейшым крыніцай для больш глыбокага вывучэння атамнай структуры і прыроды раствораў.

Вант-Гоф, скарыстоўваючы работы па асматычнаму ціску Дэ-Фрыза Пфефера, Траубе і інш. і прымяняючы малекулярна-кінетычную тэорыю к сільна разбаўленым растворам, аблек эксперыментальны матэрыял у прыгожую матэматычную форму і наглядна паказаў, што вешчаствы ў растворы мінімальных канцэнтрацый вядуць сябе так, як калі-б яны знаходзіліся у газападобным, альбо парападобным стане, і ўсе газавыя законы ў аднолькавай ступені прымянімы і да разбаўленых раствораў.

Вант-Гоф па сутнасці мала займаўся пытаннем аб прычынах і механізме асматычнага ціску, як і Арэніус мала цікавіўся прычынамі, выклікаючымі дысацыяцыю, але, ідучы па аналогіі з газавым станам, Вант-Гоф звязвае асматычны ціск у растворы з кінетычнымі ўласцівасцямі растворных частачак, выражаючыйся ў бамбандыроўцы імі прагарады альбо мембраны асмометра, аналагічна таму, як газавы ціск з'яўляецца вынікам удараў газавых частачак аб сценкі сасуда, дзякуючы пэўнаму запасу ў іх кінетычнай энергіі. Значыць у гэтай тэорыі не ўлічваецца ні хімічная прырода раствораных частачак, ні іх хімічнае ўзаемадзеянне з малекуламі растварыцеля.

Мендэлееў цікавіцца растворамі з другога боку. Асобнае месца ў сістэме хімічных ведаў ён удзяляе растворам іменна таму, што ў іх ён бачыць пачатковую форму праяўлення хімізма вяшчэстваў. Ён прадпрынімае крупнае даследванне па водных растворах H_2SO_4 і спірта[1]) і іншых сістэм, вылíўшаеся ў манаграфію больш чым у 500 старонак. У гэтай рабоце ён кладзе прочны пачатак хімічнай, гідратнай тэорыі раствораў, падводзячы адначасова прочную базу для

[1]) Д. И. Менделеев, „О соединении спирта с водой“, 1865. „Исследование водных растворов по удельному весу“, 1887. Основы химии.

цэлага шэрагу разрозненых фактаў, вядомых яшчэ і да яго ў хімічнай літаратуры па аналагічнаму пытанню.

Аналізуючы агромны эксперыментальны матэрыял, у асаблівасці ў сістэме канцэнтраваных раствораў, Мендэлееў прыходзіць к вываду, што пры растварэнні неабходна дапусціць утварэнне поўных злучэнняў малекул растварыцеля з малекуламі раствараемага цела ў выглядзе гідратных комплексаў пэўнага саставу.

Вывучаючы залежнасць удзельных вагаў сернай кіслаты ў водным растворы ад канцэнтрацыі, ён устанавіў, што прырашчэнне ўдзельнай вагі (S) пры ўзрастанні %-га ўтрымання H_2SO_4 у растворы (p) прадстаўляе з сябе прамалінейную функцыю:

$$\frac{dS}{dp} = A + 2Bp$$

і яму не ўдалося знайсці ніводнага выключэння ад прамалінейнага характара дыферэнцыяльнай праізводнай $\frac{dS}{dp}$.

Пры бліжэйшым вывучэнні раствора аказалася, што праізводная $\frac{dS}{dp}$ для воднага раствора H_2SO_4 аказалася прамалінейнай пераменнай са змяненнем процантнага ўтрымання толькі монагідрата (p), але яна не можа быць паказана на ўсім працягу канцэнтрацый у выглядзе толькі адной прамой, але дае некалькі прамых, скачкі альбо перарывы якіх адпавядаюць пэўным новым гідратам. Значыць, пры першым разрыве неперарыўнай прамой мы маем у растворы монагідрат сернай кіслаты, пры другім разрыве прамой дзі-гідрат і г. д.

Падобныя „асобныя точкі“ ў растворах, выяўляемыя альбо па разрыву прамалінейнай прамой, альбо ў выглядзе максімумаў, мінімумаў, точак перагібаў у змяненні розных уласцівасцей раствораў, прадстаўляюць вельмі важны крытэрый для характарыстыкі хімічных роўнаваг у растворах і ў асаблівасці для ўстанаўлення ў іх пэўных хімічных злучэнняў паміж малекуламі растварыцеля і раствараемага цела.

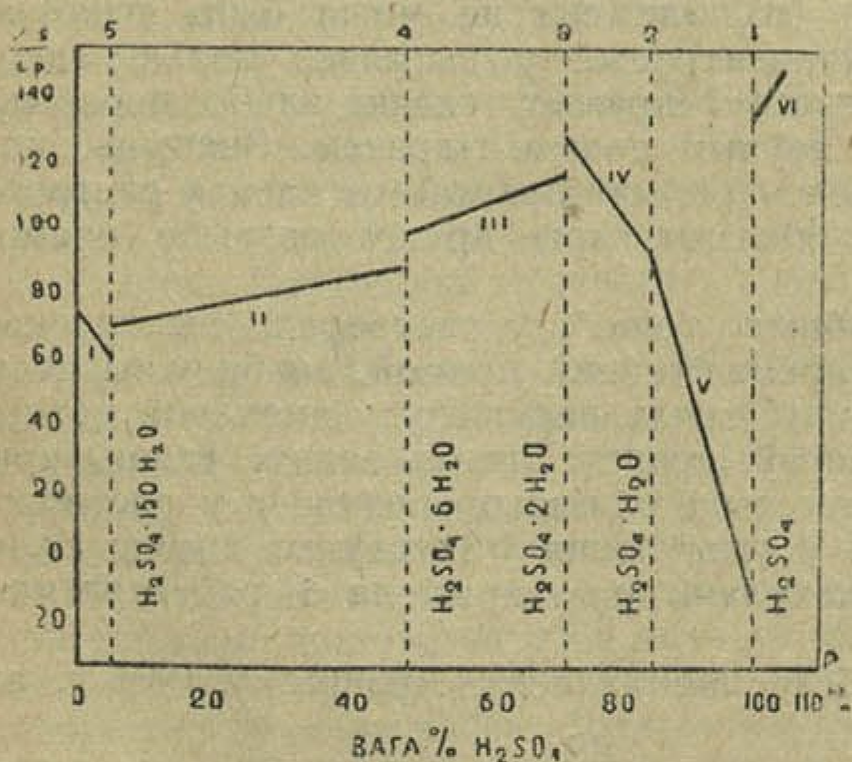
Паўтараючы работу Мендэлеева, Арэніус у 1904 г. атрымаў дадзеныя праізводнай $\frac{dS}{dp}$, якія амаль не адрозніваюцца ад велічынь, атрыманых Мендэлеевым.

У табліцы 1 і фіг. I прыведзены дадзеныя Мендэлеева „M“ і Арэніуса „A“ для 6 абласцей %-х канцэнтрацый.

Табліца № 1

			п. % H_2SO_4
I	$\frac{dS}{dp}$	=76,51—2,65. p. (M) =76,5—2,65. p. (A)	ад 0—3,5%
II		=71,16+0,407. p. (M) =71,20+0,41. p. (A)	3,5—47,5
III		=61,90+7,96. p. (M) =61,90+8,0. p. (A)	47,5—73
IV		=326,65—2,705. p. (M) =326,7—2,71. p. (A)	73—84
V		=728,755—7,492. p. (M)	82—100
VI		=—651+7,8. p. (M). =—651+7,8. p. (A)	100—110

Указаныя тут змены праізводнай dS/dp наглядна прадстаўлены на фіг. 1 з шасці прамых ліній, кожная мае асобны вугал нахілу, утвараючы ў пяці пунктах зрухі, альбо разрывы, адпавядаючыя пэўным гідратам H_2SO_4; $H_2SO_4 . H_2O$; $H_2SO_4 . 2H_2O$; $H_2SO_4 . 6H_2O$. $H_2SO_4 .150 H_2O$.

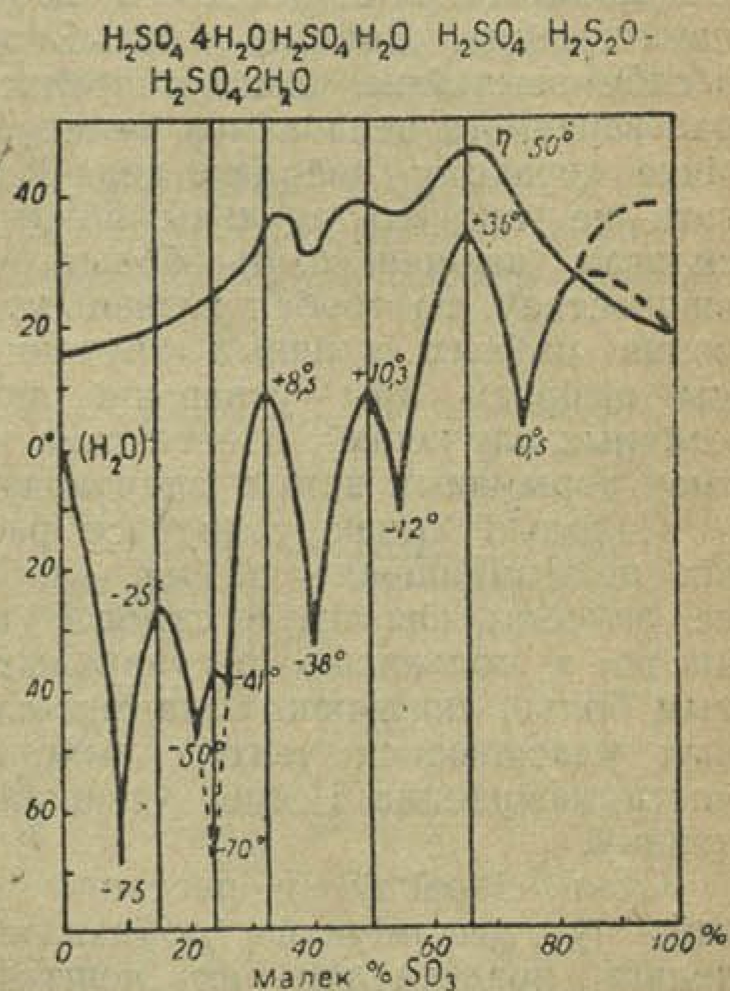


Фіг. 1.

Для адных з паказаных гідратаў мы назіраем нязначныя зрухі прамых IV і V, III і IV, а для другіх, напрыклад для нармальнай H_2SO_4, гэты разрыў самы рэзкі, роўны каля 150 адзінак названай праізводнай.

Аналагічнае з'явішча назіраў Мендэлееў і для водных раствораў спірта і інш. вяшчэстваў. Значыць і тут ён устанаўлівае гідраты спірта з пэўнай колькасцю малекул звязанай вады.

Далейшыя работы раду даследчыкаў: Кольраўша[1]), (Джонса[2]), Кнітша[3]) і інш. цалкам пацвярджаюць вывады Мендэлеева аб існаванні гідратаў у растворах. Акрамя ўказаных зрухаў прамых налічча гідратаў у растворах можна даказаць па ізгібах, изломах у змяненні другіх уласцівасцей водных раствораў H_2SO_4. На фіг. 2 прыведзены крывыя плаўкасці (ніжняя) па работам Пікеерынга (1890 г.) і др., а таксама ізатэрма ўнутранага трэння—па рабоце Н. І. Падкапаева (1912).



Фіг. 2.

Як і ў дыяграме Мендэлеева мы бачым тут (фіг. 2) налічча пяці максімумаў тэмператур плаўлення, адпавядаючым пяці гідратным формам сернай кіслаты: 1) $2\,SO_3.H_2O = H_2S_2O_7$ — пірасерная кіслата; 2) $SO_3 . H_2O = H_2SO_4$ — нармальная серная кіслата; 3) $SO_3 . 2H_2O = H_2\,SO_4 . H_2O$; 4) $SO_3 . 3H_2O = H_2SO_4 . 2H_2O$; 5) $SO_3 . 5H_2O = H_2SO_4 . 4H_2O$.

Пэўна выражаныя максімумы ва ўсякім выпадку для трох гідратных форм H_2SO_4 мы назіраем і па дадзеных унутранага трэння раствораў—η (верхняя крывая).

Гідрат H_2SO_4, устаноўлены Біронам[4]), з упэўненасцю быў прадсказан Мендэлеевым па разрыву III і IV прамых, атрыманых па праізводнай ds/dp, што гаворыць як за точнасць метаду Мендэлеева, так і за вернасць яго вывадаў. Пагэтаму тое недавер'е, з якім была сустрэта спачатку гідратная тэорыя з боку даследчага міра як у яе экспе-

[1]) Кольрауш—Ann. d. Phys. Chem. (3), 26, 161, 1885.
[2]) Джонс (H. Jones)—Zeitschr. für. Phys. Chem. *13*, 419, 1884.
[3]) Кнітш—Ber. *34*, 4069, 1901; *Ж*. *34*, (2), 69, 85, 1902.
[4]) Е. В. Бірон—*Ж*. *31*, 517, 1899.

рыментальнай частцы[1]), так і ў частцы тэарэтычных аснаванняў, пачало паступова рассейвацца, і гэта тэорыя ў далейшым атрымала ўсеагульнае прызнанне.

Пры вывучэнні змянення аб'ёмаў і плотнасцей раствораў Мендэлееў канстатуе, што аб'ём раствораў звычайна менш сумы аб'ёмаў растварыцеля і раствараемага цела, што нельга аб'ясніць толькі эфектам „упакоўкі". Пры плаўленні цвёрдых цел аб'ём іх павялічваецца, плотнасць памяншаецца. Значыць, калі-б растварэнне прадстаўляла з сябе звычайны фізічны працэс размеркавання малекул раствараемага цела паміж малекуламі растварыцеля аналагічна пераходу цвёрдага цела ў вадкае становішча, а раз гэта не так, то агульны аб'ём раствора па аналогіі са сплавам павінен быць больш сумы аб'ёмаў выходных вяшчэстваў, то трэба прызнаць утварэнне ў працэсе растварэння пэўных хімічных злучэнняў. Аналагічнае з'явішча мы назіраем пры ўтварэнні пэўных, лёгка даказуемых хімічных злучэнняў, дзе таксама назіраецца змяншэнне аб'ёмаў атрыманых новых злучэнняў.

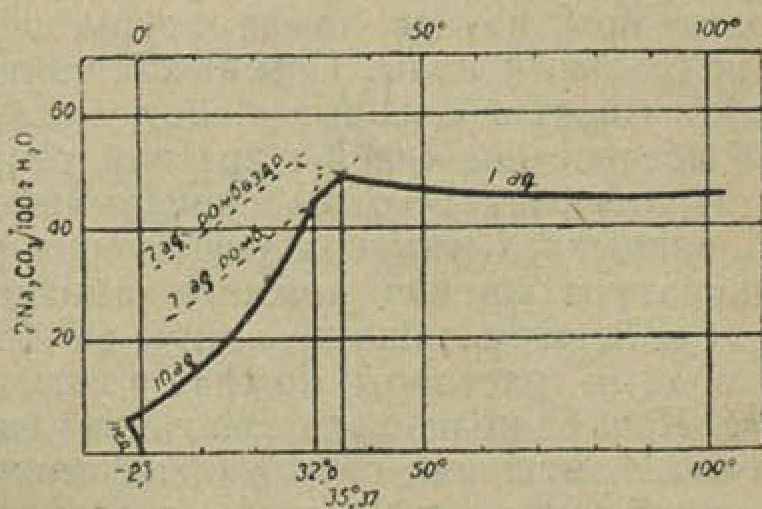
Паколькі аднак у працэсе растварэння цвёрдых і вадкіх цел змяншэнне аб'ёма, альбо павелічэнне плотнасці не заўсёды звязана з строгай прапарцыянальнай залежнасцю з колькасцю раствораных вяшчэстваў, то ў гэтым тым больш сказваюцца індывідуальныя асаблівасці у хімічных уласцівасцях узятых выходных вяшчэстваў, як гэта часта назіраецца і пры ўтварэнні пэўных хімічных злучэнняў.

Стан гідратаў у растворы Мендэлееў прадстаўляе сабе ў дынамічнай роўнавазе з растварыцелем. Іх нельга прадстаўляць як нешта нязменнае, ізаліраванае ў сістэме, наадварот, кожнае мгнавенне малекулы вады дадзенага гідрата неперарыўна абменьваюцца месцамі з малекуламі растварыцеля, захоўвае пэўныя колькасныя суадносіны для дадзенай канцэнтрацыі і дадзеных фізічных умоў. Мяняючы канцэнтрацыю раствора, альбо фізічныя ўмовы, мы здвігаем сістэму ў бок новай устойлівай роўнавагі большай альбо меншай гідратацыі і такім чынам ён дапускае ў растворы наліччa многіх пэўных злучэнняў. Калі ў кожным асобным выпадку іх і нельга вылучыць у чыстым відзе, так можа быць толькі таму, што яны могуць быць устойлівы ні ў якім другім агрэгатным становішчы, акрамя як у вадкім. У асобных выпадках такія гідраты ўдалося выдзеліць і непасрэдна ўстанавіць іх састаў.

[1]) S. U. Pickering—Zeitschr. Phys. Chem. 6, 10, 1890.
H. C. Jones. Publication № 210 of the Carnegie Jnstitution of Washington, S. 141, 1913.
Lupton—Phil. Mag. (5), *31*, 418, 1891.
Charpy—Zeitschr. Ph. Ch.12, 394, 1893.
Rücker. Phil. Mag. (5), *32*, 304, 1891; *33*, 204, 1892.

Здольнасць раду солей мець у цвёрдым стане цэлы шэраг гідратных форм са строга пэўным утрыманнем крышталізацыйнай вады, якая пры павышэнні тэмпературы трацiцца не паступова, але пэўнымі скачкамі, дазваляе дапусціць і ў водным іх растворы падобных, можа быць яшчэ больш складаных, злучэнняў, якія пры змяненні тэмпературы альбо канцэнтрацыі будуць мяняць свой гідратны склад не паступовай тратай альбо набыццём гідратнай вады, але асобнымі, значна большымі чым адна водная малекула, квантамі, пераскакваючы такім чынам ад адной устойлівай роўнавагі к другой праз некалькі водных малекул.

Для кожнай з крышталізацыйных форм мы можам устанавіць характэрную для яе ступень растварымасці. На фіг. 3 прадстаўлена дыяграма растварымасці розных форм Na_2CO_3.



Фіг. 3.

Пры тэмпературы—2,1° і 6,3% канцэнтрацыі п а м і ж содай і льдом утвараецца эвтэктыка. Пачынаючы з дадзенай точкі крывая растварымасці соды хутка расце, дасягаючы пры 32° да 45,6% канцэнтрацыі. У гэты час крывая растварымасці монагідрата апускаецца палога, даючы пры 50° каля 47,5%, а пры 104,75°—45,1% канцэнтрацыю. Пры 32° мы маем точку ператварэння дзесяціводнай формы ў сяміводную, пры 35,37° сяміводнай формы ў аднаводную. Паколькі абедзве сяміводныя формы мала ўстойлівы, то пры ахаладжэнні монагідрата часта назіраецца становішча перасычэння.

Падобна таму, як у цвёрдым крыштале асобныя атамы і іёны прочна ўтрымліваюцца адзін з другім у крышталічнай рашотцы, а ў расплаўленым стане гэта сувязь значна аслаблена, так і для гідратаў у водным растворы трэба лічыць сувязь вады ў гідратным комплексе менш прочнай, чым яна мае месца ў крышталічнай форме. Пагэтаму Мендэлееў характарызуе растворы як вадкія, няпрочныя, пэўныя хімічныя злучэнні ў стане дысацыяцыі.

Пры такім прадстаўленні аб прыродзе раствораў,—кажа ён,—паняцце аб іх зводзіцца к паняццю аб пэўных злучэннях, якімі пераважна займаецца хімія і на якія мы канцэнтруем нашу ўвагу.

Вядомыя прадстаўнікі хімічнай тэорыі раствораў, напрыклад Венцінг[1]) і Ганч[2]), якія прызнаюць утварэнне ў водных растворах не сталых гідратаў у пэўных часцічных адносінах, як гэта лічыць Мендэлееў, а што кожнаму разбаўленню адпавядае свой гідрат, няўстойлівага, пераменнага складу, які неперарыўна рухаецца ў той альбо іншы бок па меры змянення тэмпературы і канцэнтрацыі.

Гэтаму погляду Мендэлееў процівапастаўляе той вядомы факт[3]), што водныя растворы галоіда-вадародных кіслот HCl і HI і інш., пры спробах разгонкі ад растварыцеля—вады, пры зусім пэўных тэмпературах для HCl пры 110°, а для HI пры 127° пачынаюць пераганяцца сумесна з вадой і заўсёды ў пэўных колькасных суадносінах—для HI з $5H_2O$, а для HCl з $8H_2O$. Такім чынам тут не мае месца перамяшчэнне рухомай роўнавагі з канцэнтрацыяй раствора ў бок аддачы вады, а пэўныя прочныя кіслотныя гідраты пры пэўнай тэмпературы цалкам пераганяюцца як індывідуальныя целы. Пры нізкай тэмпературы ўдалося вылучыць гідраты названых кіслот у цвёрдым стане.[4])

У абаснаванне сваёй гідратнай тэорыі Мендэлееў указвае на той факт, што мы маем звычайную з'яву ў растворах, калі, напрыклад, тэмпература кіпення раствораў вышэй чым тэмпература кіпення кожнага кампанента. Так, напрыклад, тая-ж HCl, якая кіпіць пры мінус 85°, HI кіпіць пры мінус 35°, а ў водным растворы кожная з гэтых сістэм кіпіць вышэй 100°. Калі-б працэс растварэння заключаўся ў простым фізічным змяшэнні пары ўзятых вяшчэстваў, то кампанент з меншай упругасцю пароў іспараўся-б раней і пры больш нізкай тэмпературы чым 100°. А раз тэмпература кіпення раствора вышэй 100°, прыходзіцца прызнаць, што ў растворы ўтварыліся пэўныя хімічныя, гідратныя комплексы з малай упругасцю пароў і значыць высокай тэмпературай кіпення.

Большая колькасць солей, будучы выкрышталізаванай з водных раствораў, утрымлівае ў сваёй крышталічнай рашотцы пэўную колькасць вады. Не кажучы ўжо аб такіх салях, як квасцы, глаўберава соль, медны купарос і г. д., але нават і NaCl пры тэмпературах крышталізацыі ніжэй мінус 10° утрымліве ў цвёрдым стане на 100 вагавых частак 38 частак крышталізацыйнай вады. Трэба чакаць, што і другія солі, звычайна крышталізуючыяся пры звычай-

---

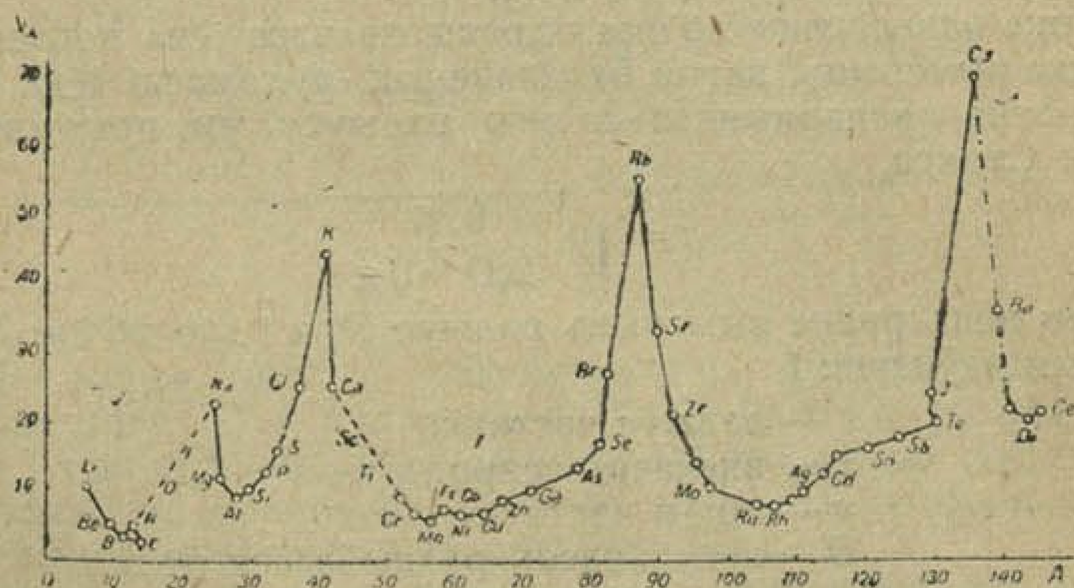
[1]) P. Wenting—Zeitschr. Phys. Chem. *68*, 513, 1909

[2]) Hantsch u. Sebald—Zeitschr. f. Phys. Chem. *31*, 258, 1889.
Hantsen u. Vagt „ „ „ *38*, 405, 1901.

[3]) Berthelot—Compt. rend. *76*, 741, 1873; *86*, 282, 1878; Ann. chim. Phys (5), *1*,369, 1878.

[4]) Roozeboom—Réc. trav. chim. *5*, 363, 1886.
Sp. U. Pickering—Berl. Ber. *26*, 277, 2307, 1893; Phil. Mag. (5) *36*, 111, 1893; Journ. Chem. Soc. 436, 1893.

ных тэмпературных умовах без вады, са зменай гэтых умоў у бок нізкіх тэмператур крышталізацыі будуць таксама ўтрымліваць гідратную ваду. Адсюль лагічна следуе, што калі соль у цвёрдым стане ўтрымлівае сабой пэўную колькасць крышталізацыйнай вады, то цяжка дапусціць, каб соль альбо іншыя злучэнні, будучы ў водным растворы яшчэ ў лепшых умовах кантакта з вадой, не ўтваралі там гідратаў пэўнага складу, хоць можа быць і не так проч-



Фіг. 4.

ных, як у цвёрдым крышталічным відзе. Такая гідратацыя ў сучасны момант з пэўнасцю даказана не толькі для нейтральных малекул, але і для асобных іёнаў. Джонсам устаноўлена пэўная сувязь паміж гідратацыяй катыёнаў і атамнымі аб'ёмамі. Вядома, што атамныя аб'ёмы знаходзяцца ў пэўнай перыядычнай залежнасці ад атамнай вагі элемента.

Пры бліжэйшым вывучэнні гідратацыі іёнаў аказалася, што элементы з максімальным атамным аб'ёмам—К, Rb, Cs, Na—найменш гідратыраваны, наадварот з мінімальным атамным аб'ёмам—Fe, Co, Ni, Al, Cr і інш. даюць найбольш складаныя гідраты. Пераважную здольнасць іёнаў к гідратацыі можна прыпісаць знаходжанню на іх электрычных зарадаў і значыць прызнаць за з'яву электрастатычнага характара; тады ступень гідратацыі будзе залежыць ад плотнасці зарада на іёнах. Так як плотнасць зарада на невяліліх па аб'ему іёнах Fe, Cr, Al і г. д. больш чым на іёнах з большым атамным аб'ёмам К, Rb, Cs, то і гідратацыя для першых больш чым для другіх. Такія даследчыкі, як Брэдзіх[1]) Уэшборн,[2]) Рызенфельд,[3]) Рэмі[4]) і інш., устанавілі, што ступень

[1]) Bredig.--Z. Ph. Ch. *13*, 191, 1894.
[2]) Washburn—Z. Ph. Ch. *66*, 549, 1909.
[3]) Riesenfeld u. Reinhold—Z. Ph. Ch. *66*, 675, 1909.
[4]) Remy—Z. Ph. Ch. *89*, 467, 1915.

гідратацыі іёнаў лёгка ўстанавіць па электраправоднасці або па рухомасці іёнаў. Атамы з вялікімі аб'ёмамі і значыць з малай гідратацыяй маюць параўнаўча малы аб'ём гідратыраваных комплексаў, і мы для іх назіраем найбольшую падвіжнасць (Na, Cl, K, Rb), наадварот атамы малых аб'ёмаў уладаюць вялікай гідратыруемасцю, значыць маюць вялікі гідратыраваны комплекс, сустракаючы пры руху вялікае супраціўленне і адсюль уладаючыя мінімальнай рухомасцю іёнаў—Al, Cr, Cd і др.

Хоць павелічэнне аб'ёма гідратыраванага іёна непасрэдна і цяжка вымерыць, затое па дадзеных рухомасці іёна, якая адваротна прапарцыянальна яго радыусу, мы, прымяняючы закон Стокса,

$$r = \sqrt{\frac{9.\eta v}{2(D-d).g}}$$

можам непасрэдна вымерыць радыус іёна і яго аб'ём. У дадзеным раўнанні:

r — радыус частачкі
η — вязкасць асяроддзя
v — аб'ём частачкі
D — шчыльнасць рухаючагася цела
d — шчыльнасць асяроддзя.

Рэмі[4]) вылічыў такім чынам па формуле Стокса колькасць малекул вады, звязаных іёнам шчолачных металаў, (дадзеныя прыведзены ў табл. 2).

Табліца № 2

Ён	Лік малекул вады, звязаных іёнам
$Li^{\cdot}$	< 120
Na.	< 60
$NH_4^{\cdot}$	17
$K^{\cdot}$	16
$Rb^{\cdot}$	14
$Cs^{\cdot}$	13

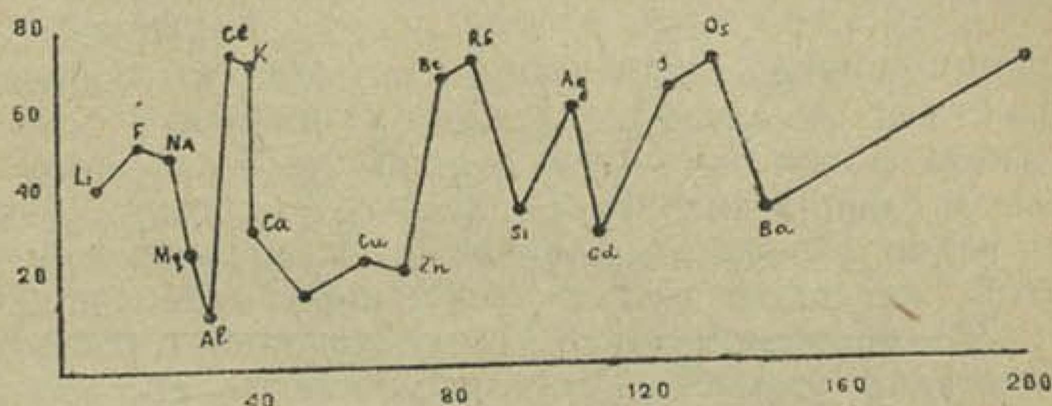
Лорэнц і Борн[1]) азначалі радыус „r“ рухаючыхся іёнаў, узяўшы раўнанне Стокса у форме:

$$u = \frac{K}{6\pi.r.\eta},$$

дзе K—сіла, пад уплывам якой працякае рух частачкі (іёна) у вадкасці.

[1]) Лорэнц—Zeitschr. f. Elektroch. *26*, 221, 424, 1920.
Борн—Zeitschr. f. Elektroch. *26*, 401, 1920.

Калі ізабразіць у сістэме каардынат залежнасць паміж хуткасцю руху іёна і іх атамнымі вагамі, то і тут, як устанавіў Брэдзіх, назіраецца перыядычная залежнасць (фіг. 5).



Фіг. 5.

Мы бачым, што ў максімумах на дыяграме атамных аб'ёмаў (фіг. 4) і рухомасцей іёнаў (фіг. 5) размясціліся адны і тыя-ж элементы з мінімальнай ступенню гідратацыі; у мінімумах, наадварот, стаяць элементы з мінімальнымі аб'ёмамі і максімальнай гідратыруемасцю.

Гідратацыя іёнаў у апошні час была ўстаноўлена Талмудам[1]) па эфекту дэгідратацыі імі палярных груп малекул паверхневага слоя шляхам устанаўлення залежнасці плоскага ціску плёнкі ад плошчы, займаемай адной малекулай. Катыёны і аніёны ў гэтым выпадку размяшчаюцца ў гамалагічны рад па ступені іх дэгідратыруючага дзейнічання, адпавядаючы парадку іх уласнай гідратацыі:

$Li > K > Na$; Цытрат $> SO_4 > Cl > Br$.

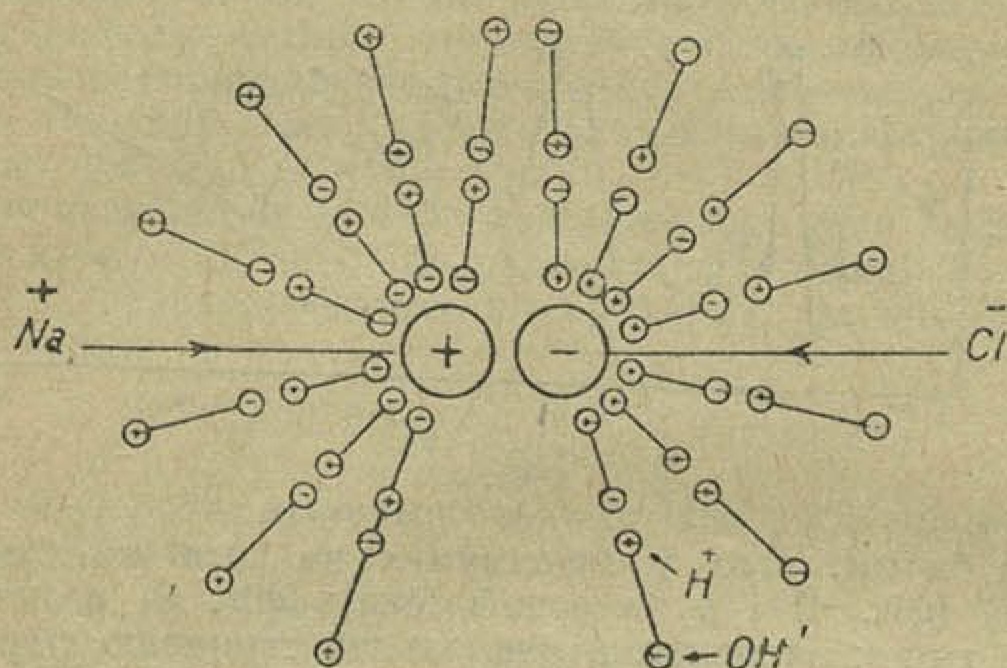
Па электрадынамічнай тэорыі Лорэнца і Борна рухомасць іёнаў і выцякаючы адсюль вынік—ступень гідратацыі—павінны атрымаць карэктуру ў сэнсе наліччa не толькі механічнага супраціўлення руху гідратыраванага іёна ў электрычным полі, але і супраціўлення электрадынамічнага парадку.

Малекулы вады можна прадставіць як дзіполь, арыентаваны к іёну пэўным чынам (фіг. 6.)

Пагэтаму пры руху іёна ў працэсе электраправоднасці ўзнікае супраціўленне яго руху не толькі механічнага парадку, але дзякуючы таксама 1) негамагеннасці электрычнага поля і 2) моманту вярчэння малекул вады, паглынаючай частку энергіі руху іёнаў.

[1]) D. L. Talmud, B. A.Talmud u. S. E. Bresler.—Zeitschr. f. Phys. Chem. A. *163*, 91. 1933.

Не застанаўліваючыся падрабязна на багатай літаратуры па гідратнай тэорыі раствораў, трэба ўказаць, што аб гідратацыі або ў агульным выпадку сальватацыі малекул



$$(m+m')H_2O+\overset{+}{Na}\overset{-}{Cl} \rightleftharpoons (\overset{+}{Na}.mH_2O)+(\overset{-}{Cl}.m'H_2O)$$

Фіг. 6.

і іёнаў у растворы мы судзім па цэламу шэрагу адхіленняў ад патрабаванняў асматычнай тэорыі Вант-Гофа, па цэламу шэрагу анамалій у іх фізіка-хімічных канстантах, у асаблівасці для канцэнтраваных раствораў. Гэтыя адхіленні назіраюцца пры вымярэнні крыаскапічных і эбуліяскапічных дэпрэсій раствораў, пры вымярэнні вязкасці, электраправоднасці, паказчыкаў праламлення, цеплавога эфекта змяшэння, светапаглынання і г. д.

Асабліва наглядным прыкладам утварэння гідратаў у растворы, пацвярджаючым саму гідратную тэорыю, з'яўляецца вопыт Пікерынга [1]) над вымярэннем асматычнага ціску воднага раствора прапілавага спірта. Пагружаючы асмометр, напоўнены водным растворам прапілавага спірта адзін раз у дыстыляваную ваду, другі раз у чысты прапілавы спірт, ён у абодвух выпадках назіраў пад'ём гідрастатычнага стаўба ў трубцы асмометра. Значыць, у абодвух выпадках знешнія вадкасці—як спірт, так і вада праходзяць праз мембрану ўнутр асмометра, у той час як водны раствор прапілавага спірта не пранікае праз мембрану з асматычнага сасуда ў знешняе асяроддзе. Адзіным тлумачэннем гэтаму з'явішчу можа быць тое, што ў сумесі прапілавага спірта з вадой, знаходзячайся ў асматычным сасудзе,

[1]) S. V. Pickering—Phyl. Magaz. (5), *36*, 111, 1893.

утварыліся гідратныя комплексы, якія па свайму размеру не могуць прайсці праз поры мембраны асмометра, аднак могуць нарастаць, альбо наадварот змяншацца, засасываючы ў сувязі з гэтым праз мембрану, альбо ваду, альбо прапілавы спірт. Апошнія, кожны паасобку, свабодна фарсіруюць поры мембраны.

Мендэлееў, ставячы на першы план хімічную прыроду сувязі пры ўтварэнні гідратаў у растворы, не стараўся бліжэй высветліць механізм і прычыны такой сувязі. Ён кажа, што „прырода хімічных сіл таксама скрыта ад нас, як і прырода ўсеагульнага цягацення, але як без ведаў гэтай апошняй астранамічныя з‘явы сталі падлягаць точнаму абагульненню і падрабязнаму прадсказанню мноства частнасцей, так без ведання прыроды хімічнага радства ёсць надзея дасягнуць у вывучэнні хіміі значнага поспеху. Але дагэтуль значная частка хімічных звестак не абагулена і складае бягучую задачу навукі". Аднак, для тлумачэння хімічных з‘яў ён не прыбягае к якім-небудзь надмеханічным, надфізічным сілам, а зводзіць сутнасць хімічных працэсаў к механічным і фізічным уласцівасцям частак. Ён кажа, што існуе цесная сувязь паміж хімічнымі сіламі прыцягнення і электрычнымі, так як пры хімічных узаемадзеяннях развіваецца электрычнасць і яна ў сваю чаргу здольна рэзка ўплываць на хімічныя працэсы.

Бліжэй падыйсці к гэтым пытанням тады, магчыма, было яшчэ досыць цяжка, тым больш, што Мендэлееў яшчэ не зусім мірыўся нават з тэорыяй электралітычнай дысацыяцыі, а ключ к рашэнню такіх пытанняў, як хімічная сувязь, трэба шукаць раней за ўсё ў электрычнай прыродзе вешчаства, ці будзе гэта электрастатычная сіла прыцягнення за кошт асноўнай зараднасці, ці дадатковая электрастатычная сіла прыцягнення ў Вернераўскім сэнсе, ці дзіпольны альбо мульціпалярны характар малекул і г. д.

Не гледзячы на агромнае значэнне гідратнай тэорыі ў справе разумення прыроды раствораў, яна ўсё-ж не заняла адразу таго месца, якое павінна было-б па праву ей адведзена. Слабым месцам гідратнай тэорыі з‘яўляецца тое, што яна не ўкладваецца ў рамкі агульных законамернасцей і адсюль не паддаецца строгай матэматычнай апрацоўцы. Пагэтаму ўсе дадзеныя, указваючыя на з‘явы гідратацыі, атрымліваемыя па цэламу шэрагу фізіка-хімічных вымярэнняў, не прыводзяць к зусім яснай карціне. Гэта тлумачыцца тым, што малекулы растварыцеля, уваходзячыя ў склад сальватнага комплекса, утрымліваюцца ім з рознай сілай, пагэтаму натуральна часта адсутнічае рэзкая граніца паміж звязанымі і незвязанымі малекуламі растварыцеля. Вось чаму з паяўленнем у свет асматычнай тэорыі раствораў Вант-Гофа гідратная тэорыя засталася на некаторы час у цені.

Красата і ізяшчэства вывадаў асматычнай тэорыі раствораў, колькасная яснасць залежнасцей паміж асматычным ціскам, канцэнтрацыяй і фізічнымі ўмовамі вопыта, колькасная універсальнасць яе прымянення, паколькі велічыня асматычнага ціску залежыць толькі ад колькасці растворaных частачак вешчаства, незалежна ад іх якасці і хімічнага складу—усё гэта даволі скора схіліла даследчыкаў на бок фізіка-асматычнай тэорыі раствораў Вант-Гофа.

Аднак, дзякуючы сваёй яснасці і прастаце, асматычная тэорыя Вант-Гофа пачала безагаворачна прымяняцца к занадта шырокаму дыяпазону канцэнтрацый і ў сілу яе абмежаванай колькаснай прымянімасці, іменна к разбаўленым сістэмам; гэта прывяло к лжывым прадстаўленням адносна будовы раствораў.

Па меры накаплення даследчага матэрыяла стала відавочным, што адной асматычнай тэорыяй не ахапіць усей living рознастайнасці з'яў, працякаючых у растворах, і гідратная тэорыя Мендэлеева ўзноў пачала займаць сваё месца ў гісторыі развіцця вучэння аб растворах.

Калі вывучалі разбаўленыя растворы, факты вельмі добра спалучаліся з тэарэтычнымі расчотамі асматычнай тэорыі; па меры пераходу к канцэнтраваным растворам наглядаліся ўсё большыя і большыя адхіленні ад патрабаванняў гэтай тэорыі.

Дастаткова ўказаць на вельмі тонкія па выкананню работы Морзе [1]) па вымярэнню асматычнага ціску ў растворах цукру. Пры гэтым аказалася, што нават для 0,1 N раствораў трастніковага цукру атрымоўваюцца велічыні асматычнага ціску вышэй, чым таго патрабуе тэарэтычны разлік асматычнай тэорыі. Па меры павелічэння канцэнтрацыі, гэтыя адхіленні павялічваюцца і для высокіх канцэнтрацый, дзе, напрыклад, па тэорыі Вант-Гофа павінен атрымацца асматычны ціск у 49 атмасфер; Морзе на вопыце атрымаў ціск раствора ў 134 атмасферы. Тлумачэнне гэтага можна знайсці зноў-такі ў гідратнай тэорыі Мендэлеева.

Пры ўвядзенні вешчаства ў ваду, яно падвяргаецца гідратацыі і тым у большай ступені, чым вышэй разбаўленне альбо чым менш канцэнтрацыя. Калі раствор разбаўлен, то хоць мы і маем у гэтым выпадку максімальную гідратацыю, але адносны процант гідранта звязанай вешчаствам вады будзе ўсё-ж настолькі нязначным, што канцэнтрацыя вешчаства практычна не мяняецца, і гідратыраваныя малекулы, падпарадкуючыся агульным кінетычным законамернасцям, праяўляюць асматычны ціск, адпаведны ўзятай канцэнтрацыі.

Па меры пераходу к канцэнтраваным растворам, хоць ступень гідратацыі асобных растворaных малекул можа бу-

[1]) Морзе—Amer. Chem. J. *45*, 91, 1911; *45*, 519, 1911.

дзе і менш, але пры вялікай канцэнтрацыі ўзятага вешчаства адносная колькасць гідратна-звязанай вады ў гэтым выпадку будзе настолькі вялікай, што яна рэзка будзе ўплываць на канцэнтрацыю сістэмы ў бок яе павелічэння і мы атрымоўваем пагэтаму непамерна вялікія павелічэнні асматычнага ціску, росту крыаскапічнай і эбуліяскапічнай дэпрэсіі і г. д., атрымоўваем адхіленні далёка выходзячыя за рамкі тэарэтычных патрабаванняў асматычнай тэорыі.

Пад напорам фактычных дадзеных нават Арэніус, гэты правадыр новага фізічнага напрамку ў тэорыі раствораў, у 1904 г. павінен быў прызнаць, што гідраты існуюць як у растворы, так і ў цвёрдым стане. Пасля такога прызнання тэорыя Мендэлеева зноў вастанаўлівае сваё навуковае значэнне і ўсякая новая тэорыя, ахапляючая ўсю суму з'яў у растворы, павінна заўсёды адвесці пэўнае месца ідэі, абараняўшайся Мендэлеевым аб наліччы пэўнага хімічнага ўзаемадзеяння паміж малекуламі растварaемага цела і растварыцелем.

Гідратная тэорыя Мендэлеева ляжыць бліжэй к вобласці цвёрдых вяшчэстваў, і мы бачым аналогію ў ёй з крышталагідратамі; асматычная тэорыя Вант-Гофа ляжыць бліжэй к высока-распыленаму, разбаўленаму стану вешчаства, і мы знаходзім аналогію і нават тождзества ў тлумачэнні стану вешчаства ў разбаўленым растворы са станам разражоных газаў.

Цікава адзначыць,што работамі апошняга часу згладжваецца рэзкі пераход паміж вадкім і цвёрдым агрэгатным станам і тым самым узмацняецца палажэнне гідратнай тэорыі аб існаванні ў водных растворах гідратаў, аналагічных крышталам з пэўнай колькасцю звязанай вады.

У эксперыментальных работах Дэбая[1]), Сцюарта[2]), Майера[3]), Трылат[4]) і інш. указваецца на вераятнасць пэўнага размяшчэння малекул у вадкай фазе, утвараючых больш-менш сталыя комплексы тысяч і дзесяткаў тысяч малекул, уладаючых у гэтых комплексах правільнай крышталічнай структурай. Пры гэтым часта назіралася, што крышталічная структура гэтых комплексаў у вадкай фазе супадае з крышталічнай структурай у цвёрдай фазе. „Крышталічная", структура вадкасцей асабліва ясна павінна праяўляцца каля точкі зацвердзявання, што было з відавочнасцю даказана Ерэра[5]) па ходу дыялектрычнай сталай дыпольных вадкасцей. Размеры гэтых комплексаў Ерэра вылічыў

---

[1]) Дебай—Ergebnisse d. technischen Köutgenkunde 2, 1, 1930.
[2]) Стюарт (Stewart) і супрац. Phys. Rev. 1927—1931.
[3]) Майер—Ann. d. Physik 5, 701, 1930.
[4]) Trillat—Zeitschr. f. Physik 64, 191, 1930.
[5]) Еррера (Errera)—Trans. Faraday Soc. 24, 162, 1928.

па часу рэляксацыі дыполяў (уксуснай кіслаты) і прымае для іх велічыню парадка 10^6 малекул і нават больш.

Асоба вялікае значэнне з'ява гідратацыі мае ў галіне калоідных сістэм, дзе, як вядома, вялікая група калоідаў ў сілу здольнасці к гідратацыі атрымала назву гідрафільных альбо ў агульным відзе ліофільных золей. Такі золь як агар-агар здолен застудняваць пры комнатнай тэмпературы, будучы ў канцэнтрацыі 0,14% воднага раствору, г. зн., што агар-агар звязвае сабой аб'ём вады ў 700 раз пераўзыходзячы яго ўласны аб'ём.

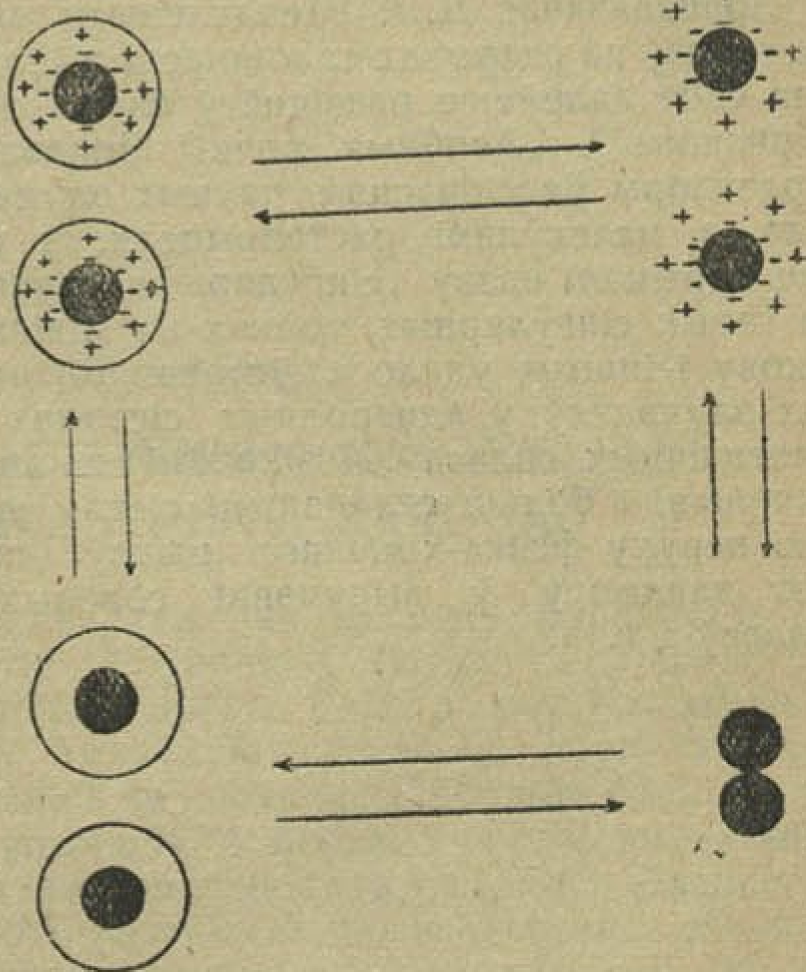
З'ява гідратацыі ў калоідных сістэмах можа быць даказана на цэлым шэрагу ўласцівасцей золей: здольнасць к набуханню, стабільнасці, вязкасці, жэлатыніравання, сінерэзісу і г. д.

Адным з асноўных адрозненняў стабільнасці гідрафільных золей ад гідрафобных з'яўляецца тое, што частачкі дысперснай фазы ў першых маюць дадатковы фактар стабільнасці— гідратную абалонку. Простым дыспергіраваннем вешчаства ў індыферэнтным яму асяроддзі цяжка атрымаць устойлівую калоідную сістэму. Усякая ўстойлівая калоідная сістэма характарызуецца не толькі размерамі частак дысперсійнай фазы, але і наліччам у іх такіх асноўных фактараў стабільнасці, як электрычны зарад і сальватная абалонка. Абодва апошнія фактары процівастаяць дзейнічанню атракцыйных сіл паміж частачкамі золя. Пазбаўляючы гідрафобны золь асноўнага фактара стабільнасці—электрычнага зарада шляхам прыбаўлення к яму электралітаў, мы прыводзім сістэму к каагуляцыі. Гідрафільны золь у гэтых умовах застаецца яшчэ ўстойлівым так як гідратная абалонка, акаймляючая частачкі дысперсійнай фазы, перашкаджае ім збліжацца на адлегласці дзеяння атракцыйных сіл (10^{-8} см) і такім чынам перашкаджае каагуляцыі. Дастаткова к такой сістэме, пераведзенай ў ізаэлектрычнае становішча, прыбавіць дэгідраціруючых вяшчэстваў (C_2H_5OH, большая колькасць солей), як гэтыя частачкі, пазбаўляючыся гідратнай абалонкі, становяцца аналагічнымі па ўласцівасцям гідрафобным і зараз-жа каагуліруюць. Наадварот, калі мы створым умовы, прыводзячыя к новай гідратацыі каагулята, мы зноў атрымаем устойлівы золь (абрацімая каагуляцыя). Падобную абрацімасць можна наглядна бачыць на схеме Кройта [1]).

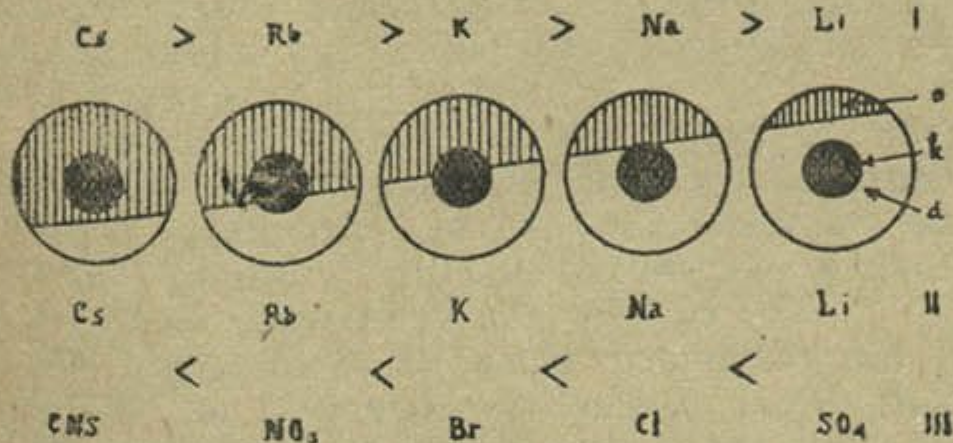
У свеце гэтых прадстаўленняў асаблівай увагі заслугоўвае з'ява высалівання гідрафільных золей. У адрозненне ад гідрафобных золей, каагуляцыя якіх можа быць выклікана мінімальнай колькасцю ўведзенага электраліта, вылічваемага ў мііэквівалентах, для каагуляцыі такой-жа колькасці гідрафільных золей патрабуецца канцэнтрацыя солей парадку нар-

[1]) Kruyt—Zeitschr. für Phys. Chem, *100*, 250, 1922.

мальнай канцэнтрацыі і нават насычаных раствораў. У той час, як каагуляцыя гідрафобных золей электралітамі звязваецца са з'явамі электрадынамічнага парадку (электранейтралізацыя), пры каагуляцыі гідрафільных золей побач са з'явамі электранейтралізацыі рашаючую ролю адыгрывае працэс дэгідратацыі дысперсійнай фазы. Калі размясціць катыёны электралітаў у гамалагічны рад, то акажацца, што ступень каагуліруючага дзейнічання катыёнаў у адносінах гідрафільных золей знаходзіцца ў прамой залежнасці ад ступені ўласнай гідратацыі іёнаў (II, фіг. 8), а апошнія знаходзяцца ў


Фіг. 7.

абратнай залежнасці ад атамных аб'ёмаў (I, фіг. 8). На схематычнай фігуры 8 у цэнтры ізабражана калоідная частачка „K", акаймленая гідратнай абалонкай (0) (заштрыхована), незаштрыхованая частка „d" прадстаўляе ступень дэгідратацыі калоіднай частачкі пры дадзеных умовах. Побач з дэгідратацыяй калоідных частачак катыёнамі мыназіраем дэгідратацыю і аніёнамі. І тут аніёны размяшчаюцца па дэгідратыруючай ліятропны рад (III, фіг. 8), дзе на першым месцы стаіць здольнасці ў



Фіг. 8.

сульфат іён, на апошнім — роданат іён. Ліятропны рад іх уласнай гідратацыі мае абратны парадак. Адсюль мы бачым несумненную сувязь паміж гідратацыяй іёнаў і дэгідратацыяй імі калоідных міцэл.

Прапанаваная Д. І. Мендэлеевым методыка вывучэння раствораў па разрывах сплошнасці саставу—уласцівасць найшла сабе далейшае развіццё ў фізіка-хімічным аналізе Н. С. Курнакова[1]. „Асобныя точкі“ Мендэлеева, адпавядаючыя ў растворы ўласцівасцям пэўных злучэнняў раствараемага цела з малекуламі растварыцеля, у фізіка-хімічным аналізе атрымалі назву „сінгулярных точак“ (points singuliers). Па гэтых сінгулярных точках на лініях уласцівасцей Курнакову і іншым удалося ўстанавіць налічча пэўных хімічных злучэнняў у аднародных сістэмах як раствораў, так і металічных сплаваў. Фізіка-хімічны аналіз аперыруе зараз бінарнымі і больш складанымі сістэмамі і выліўся ў асобную навуку фізіка-хімічнага цыклу, аказваючую грамадную дапамогу ў вывучэнні солевых сістэм металічных сплаваў і г. д.

---

[1]) Н. С. Курнакоў і С. Ф. Жэмчужны—Ж. Р. Ф. Х. О. *44*, 1964, 1912; Z. Ph. Ch. *83*, 500, 1913.
Н. С. Курнакоў—Zeitschr. f. anorg. Chem. *146*, 69, 1925 і шм. інш.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

В. К. НІКІФАРАЎ

АБ СТАТЫСТЫЧНЫМ ХАРАКТАРЫ ПЕРЫЯДЫЧНАГА ЗАКОНА

Стагоддзе са дня нараджэння вялікага рускага хіміка Д. І. Мендэлеева, якое споўніцца ў лютым г. г., абавязвае нас яшчэ раз углубіцца ў працы майстра-мастака хімічнай навукі. Разглядаючы духоўную спадчыну, якую пакінуў Мендэлееў, трэба ацаніць яе і патрапіць выявіць бакі, здольныя да далейшага развіцця, а побач з гэтым вызначыць, якімі шляхамі можна ажыццявіць гэта развіццё. Дзейнасць Д. І. Мендэлеева была надзвычай рознабаковая і плодная, таму няма як у кароткай прамове ахарактарызаваць яе дастаткова поўна. Мне хочацца разглядзець адну асаблівасць перыядычнага закона, вельмі цікавую і ў наш час, а іменна, да якіх законаў статыстычных ці дынамічных трэба яго аднесці. На гэты бок перыядычнага закона амаль зусім не звярталі ўвагі да гэтага часу. У гэтым кірунку вядома адна работа H. H. Stephenson'а, у якой аўтар прабуе даць новую форму табліцы Мендэлеева, прычым паказвае рад лікавых адносін паміж сярэдне-арыфметычнымі значэннямі атамных вагаў элементаў яго табліцы [1]).

Пытанне аб статыстычным характары перыядычнага закона набывае вялікую вагу, калі мы пераходзім ад сістэмы хімічных элементаў да пабудовы сістэмы малекул, бо лік малекул, вядомых хімікам, перавышае 3 мільёны, у той час як хімічных элементаў налічваецца 92.

Ідэі Мендэлеева не адзін раз прабавалі развіваць прыстасоўна да хімічных злучэнняў, імкнучыся даць перыядычную сістэму малекул аналагічна пабудаванай ім для хімічных элементаў. Так яшчэ ў 1883 годзе Пелопідас [2]) паказаў на перыядычнасць змены ўласцівасцей некаторых арганічных злучэнняў. У гэтым кірунку працаваў Н. Н. Марозаў, Ален, Міро, Петрэнка - Крытчэнка, Грым, Шэмякін [3]) і інш. Некаторыя з іх да апошняга часу працуюць

над сістэмай малекул, і ўсё-ж нельга сказаць, каб прапанаваныя імі сістэматыкі ахаплялі хімічныя злучэнні хоць-бы ў агульных рысах. Гэта толькі першыя першапачатковыя спробы, якія не маюць агульнага значэння.

Галоўны недахоп іх работы ў тым, што яны механічна пераносяць уяўленні і паняцці, выпрацаваныя для хімічных элементаў, на іх злучэнні, не бачачы паміж аднымі і другімі вялікай розніцы.

Натуральная сістэма элементаў была пабудавана Мендэлеевым пры ўмове, што пры ўсіх ператварэннях (вешчаства) элементы застаюцца нязменнымі. Гэта дапушчэнне мае падставу: сапраўды, вельмі нязначна хімічная энергія ў параўнанні з цеплынёй ператварэння элементаў адзін у аднаго[1]). Таму ўласцівасці хімічных элементаў мала мяняюцца пры значных зменах знадворных умоў, тэмпературы, ціску і г. д. у той час, як устойлівасць малекул, асабліва складаных, моцна залежыць ад нязначных змен тых-жа самых зменных. Такім чынам, нельга вывучаць хімічных злучэнняў, не ўлічваючы знадворных умоў, у якіх яны існуюць. Значыць, прыходзім да вываду аб неабходнасці разглядзець сістэму малекул не так, як нешта застыўшае і нязменнае, незалежнае ад умоў (тэрмадынамічныя ўмовы р, Т... часу і прасторы), а ў руху і ў развіцці.

На падставе гэтага задамо сабе пытанне: што выйдзе з перыядычнай табліцы, калі, кажучы абразцова, „нагрэць яе".

Для адказу на гэта пытанне разгледзім фактычны матэрыял аб уласцівасцях малекул пры розных тэмпературах у супастаўленні з законам перыядычнасці элементаў. Асноўнай хімічнай характарыстыкай перыядычнага закона з'яўляюцца галоўным чынам солеўтвараючыя вокіслы і гідраты: R, R_2O, R_2O_2, R_2O_3 і R_2O_4; R_5O_2 R_2O_6,; R_2O_7; R_2O_8 і RH_4; RH_3; RH_2; RH.

Назавем гэта размеркаванне нармальным і азначым для кароткасці праз N_r. Зафіксуем гэта размеркаванне некаторымі значэннямі тэрмадынамічных параметраў р, Т.

Пытанне—ці будзе захоўвацца перыядычнасць *хімічных* уласцівасцей элементаў, калі мяняць хоць-бы адзін з параметраў—ну хоць тэмпературу. На падставе залежнасці хімічных уласцівасцей вешчаства ад тэмпературы мы павінны атрымаць змену самога размеркавання хімічных элементаў па табліцы. Калі рабіць павелічэнне тэмпературы, напрыклад, ад нармальнай уверх, дык спачатку будуць знікаць бялковыя целы, вугляводы, частка тлушчаў, пасля гідраты, аміякаты, комплексныя злучэнні, знікне большасць так званых арганічных злучэнняў, рад перакісаў.

Разам з ростам тэмпературы будзе змяншацца валентнасць злучэнняў, знікнуць вышэйшыя вокіслы восьмай

групы OsO_4: RhO_4 знікнуць чатырохвалентныя злучэнні свінца, волава, пяцівалентны азот, кіслародныя злучэнні галоідаў, з другога боку з'явяцца новыя тыпы злучэнняў, напрыклад, OH^5), CH^6), і г. д. і т. п. Як відаць, тады патрабавацца будзе менш, чым 9 груп для размяшчэння хімічных элементаў і „перыядычнасць“ хімічных уласцівасцей будзе менш яскрава выражана.

З другога боку, усе комплексныя злучэнні[7]), арганічныя злучэнні, крэмневадароды, перакісы становяць сабой такія формы хімічных злучэнняў, якія з'яўляюцца адступленнем ад закона перыядычнасці хімічных уласцівасцей. Гэтыя злучэнні тым больш устойлівы, чым менш тэмпература; таму пры нізкіх тэмпературах колькасць такіх злучэнняў расце.

Побач з гэтым павялічваецца цяжкасць укладання іх у рамкі закона Мендэлеева.

Далейшае разгляданне ўтварэння і ўстойлівасці хімічных злучэнняў у залежнасці ад ціску, структурных фактараў, бясспрэчна, выявіць шмат такога, што выходзіць за межы перыядычнага закона. Не вызначаючы формы залежнасці перыядычнасці хімічных уласцівасцей ад тэмпературы ціску і іншых фактараў, запішам яе ў выглядзе функцыі $Nr = f (T, p...)$.

Такім чынам мы прыходзім да вываду, што ўсякая сістэматыка малекул, якая ігнаруе знадворныя ўмовы ўстойлівасці малекул, будзе не сапраўдная, бо тэрмадынамічныя фактары надзвычай моцна дзейнічаюць на ўстойлівасць малекул.

Але сістэматызаваць тую масу хімічных злучэнняў, якая да сучаснага моманту, вядома, цяжка хоць-бы з-за таго, што ніхто не ў стане ахапіць розумам рознастайнасць уласцівасцей такой агромністай сукупнасці малекул, якая да таго знаходзіцца ў залежнасці ад раду энергетычных параметраў. Значыць, трэба стварыць метад, які памог-бы справіцца з паказанай вышэй задачай і які-б быў блізкі перыядычнаму закону Мендэлеева.

Найбольш магутным метадам, які дазваляе вывучаць шмат якія сукупнасці індывідуумаў і іх ператварэнні, будзе метад тэорыі праўдападобнасцей і аснованай на ёй матэматычнай статыстыкі. Але трэба паказаць, што гэты метад не чужы зместу матэрыяла, які вывучаецца і можа адэкватна адлюстроўваць вывучаныя з'явы.

Статыстычны метад у зародкавай форме стасуецца ўжо ў першых работах аб перыядычным законе, бо яшчэ Даберэйнер[9]) паказваў, што атамная вага сярэдняга элемента перыяда з'яўляецца сярэднім арыфметычным атамных вагаў суседніх. Развіваючы гэту заканамернасць, Мендэлееў знайшоў, што большасць уласцівасцей хімічных элементаў

становіць сабой сярэдняе арыфметычнае двух верхніх альбо крайніх суседзяў па табліцы перыядычнай сістэмы элементаў. На падставе закона сярэднеарыфметычных значэнняў канстант Мендэлееў прадсказаў уласцівасці раду элементаў, якія гэтак добра пацвердзіліся пазней знойдзенымі на доследзе значэннямі. Так, напрыклад, індый першы час не ўкладваўся ў сістэму, дзеля гэтага трэба было змяніць яго атамную вагу, даўшы яго апісанню формулу, аналагічную гліназёму.

Л. Мейер аб гэтым пісаў: „што тады ўдзельны аб'ём індыя, як яго атамная вага, зробіцца сярэднім паміж удзельным аб'ёмам кадмія і волава"[10]).

Зусім нядаўна А. М. Беркенгейм[11]) устанавіў, што радыусы атамаў і цеплыні ўтварэння неарганічных злучэнняў данага атама (галагеніды, вокіслы, сульфіды і інш.) ёсць сярэдняе арыфметычнае з радыусаў іёнаў і адпаведна цеплыні ўтварэння суседніх атамаў табліцы.

Такім чынам элементы статыстыкі стасаваліся ў самай элементарнай форме для вылічэння невядомых уласцівасцей як элементаў, так і іх злучэнняў адзін з адным.

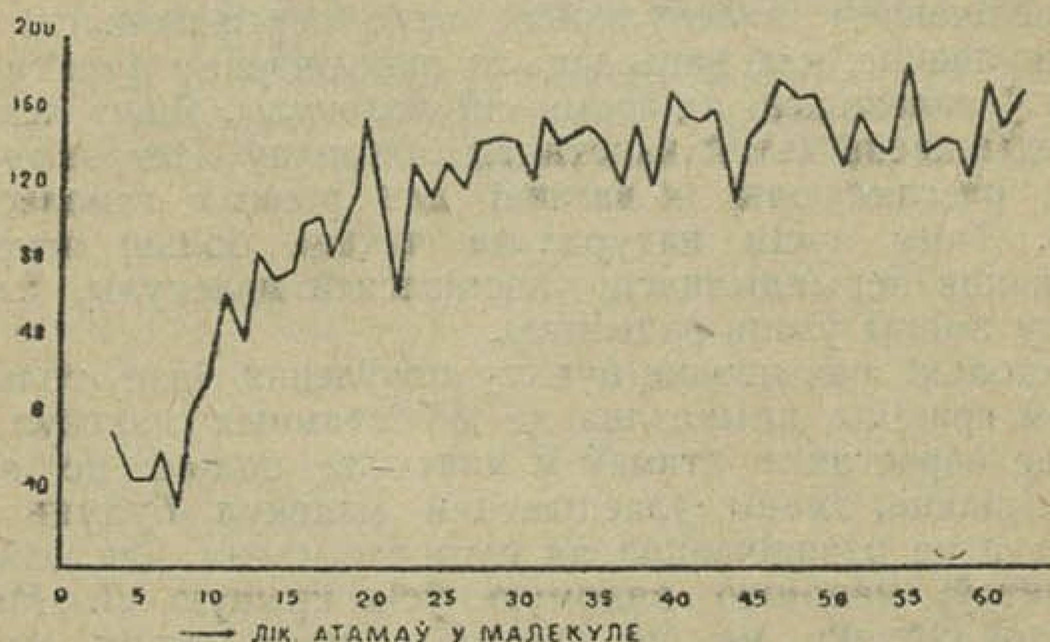
Статыстычны характар перыядычнага закона ідзе глыбей і не абмяжоўваецца вышэйапісаным.

З адчыненнем з'явы ізатапіі і з паглыбленнем нашых ведаў у гэтай галіне вынікаў вывад: хімічныя элементы ёсць сумесі некалькіх індывідуумаў, а атамныя вагі іх ёсць нішто іншае як сярэдняе арыфметычнае атамных вагаў раду ізатопаў. Існаванне ізатапіі паказвае, што канстанты, якія характарызуюць фізічныя і хімічныя ўласцівасці тых, альбо іншых атамаў, ёсць *сярэднія* лікі сукупнасці розных па фізічных уласцівасцях з аднолькавым парадкавым нумарам атамаў. Значыць, перыядычны закон выражае суадносіны паміж сярэднімі лікамі і па сваёй прыродзе можа быць аднесен да *статыстычных законаў*.

Усё вышэйпаданае і рад іншых меркаванняў, паданых намі ў артыкуле [12]), прымусіла нас паставіць пытанне аб шырокім стасаванні больш дасканалых метадаў матэматычнай статыстыкі да адшукання агульных законамернасцей сярод малекул. Робячы першую спробу прыкласці матэматычную статыстыку да хімічных злучэнняў, надзвычай важна высніць, ці не знікае перыядычнасць у сярэднестатыстычных уласцівасцях хімічных злучэнняў. Даследванне паказала, што сярэднестатыстычныя значэнні пунктаў плаўлення [13]) і кіпення мяняюцца перыядычна. Вынікі даследвання змены сярэднеарыфметычнага пункту плаўлення з павелічэннем ліку малекул у атаме паказаны на мал. 1 на стар. 57.

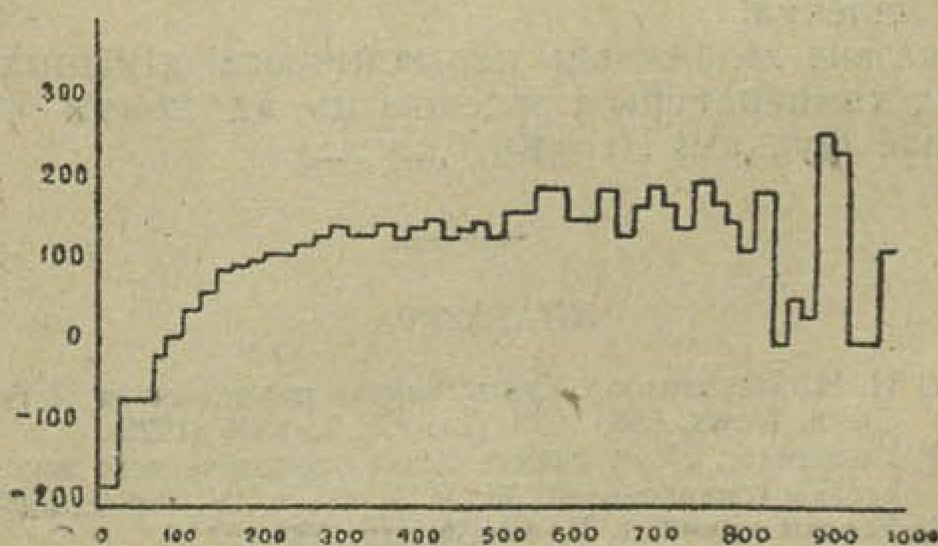
Разглядаючы крывую, лёгка ўбачыць, што лікавае значэнне пункту плаўлення перыядычна мяняецца. Максімумы

чаргуюцца ў сярэднім праз тры атамы; нельга сказаць, што даўжыня перыяда павялічваецца, ці памяншаецца з павелічэннем ліку атамаў у малекуле.



Мал. 1.

Калі зрабіць разлік некалькі іншым метадам, а іменна па восі x адкладваць велічыню малекулярнай вагі, якая непарыўна павялічваецца, і пасля вылічваць сярэднеарыфметычнае значэнне пункту плаўлення для малекул, якія маюць атамную вагу ад 0 да 20, ад 20—40, ад 40—60 і г. д. Атрыманыя вынікі паказаны на мал. 2.



Мал. 2.

Параўноўваючы з рэзультатамі змены абагуленага пункту плаўлення з павелічэннем атамнасці малекул, бачым, што перыядычнасць знікла. Ваганні, якія наглядаюцца на крывой для малекул вагаў, большых за 500, тлумачацца малым

лікам малекул—таму сярэдняя пачынае значна вагацца. Такім чынам замест перыядычных змен мы атрымоўваем непарыўнае павелічэнне пункту плаўлення з ростам малекулярнай вагі росту. Значыць, калі разглядаць змену пункты плаўлення з павелічэннем малекулярнай вагі, перыядычнасці няма, яна з'яўляецца, калі наглядаць за павелічэннем пункту плаўлення ў залежнасці ад атамнасці малекулы. Яшчэ яскравей перыядычнасць гэтай канстанты наглядаў Петрэнка-Крэтчэнка, разглядаючы іх ваганні для розных гамалагічных радоў. Таму зусім натуральна чакаць больш яскравага выражэння перыядычнасці ўласцівасцей малекулы, калі за адзінку змены ўзяць радыкалы.

Паколькі павышэнне пункту плаўлення ідзе толькі да поўнай граніцы, прыкладна да 35 атамных малекул, і далейшае нарастанне атамаў у малекуле вельмі не віднае, то, як відаць, змены ўласцівасцей малекул будуць змяншацца, а не павялічвацца, як гэта даведзена для хімічных элементаў; напомню вядомую ўсім крывую Л. Мейера. У гэтым кірунку мы не атрымалі яшчэ ніякіх вывадаў. Работа знаходзіцца яшчэ ў стадыі распрацоўкі.

РЭЗЮМЕ

1) Паказаны статыстычны характар перыядычнага закона Д. І. Мендэлеева.

2) Рагледжана праблема перыядычнасці малекул. Паказана розніца перыядычнасці малекул ад атамаў і прапанаваны статыстычны метад даследвання перыядычных уласцівасцей малекул.

3) Паказана залежнасць перыядычнасці хімічных уласцівасцей ад тэмпературы і залежнасць ад іншых фактараў у выглядзе функцыі $Nr = f(p,T,x,y,z...)$

ЛІТАРАТУРА

1) H. H. Stephenson, „Статыстычная перыядычная сістэма". Chem. News, 138, 1929, Ch. CB 1, 1881 (1929).
2) Пелопидас, „Применение начал периодического закона органическим соединениям", Ж. Р. Х. О., т. XV, стр. 364 (1883).
3) Успехи химии, т. II. вып. 5, стр. 630—642.
4) Сборник докладов Всесоюзной ядерной конференции. Доклады Жолио и Перрена.
5) Шварц, Успехи неорганической химии, 216 стр.
6) Шепли, От атомов до млечных путей, стр. 40—41 (1934).
7) Werner, Neuere Ansahaungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie.
8) Известия Института по изучению платины, вып. 9, стр. 86 (1932).
9) Pogg, Ann, 15, 301 (1829)

10) Менделеев, Периодический закон, стр. 45.
11) Zeit. f. Phys. Chem., 136, 231 (1928).
12) В. К. Нікіфараў, Аб хімічнай статыстыцы. Працы Хім. ін-та БелАН, том II.
13) В. К. Нікіфараў і С. Баркан, Аб статыстычнай залежнасці некаторых канстант ад атамнасці малекул. Працы Хім. ін-та БелАН, т. II.
14) В. К. Нікіфараў, Ізмайлаў, Сандамірскі, „Аб залежнасці абагуленых канстант кіпення і плаўлення арганічных злучэнняў і малекулярнай вагі." Jour. Ch. Phys. 32, 670 (1935).

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

В. К. НІКІФАРАЎ, М. В. ІЗМАЙЛАЎ, С. С. САНДАМІРСКІ.

АБ ЗАЛЕЖНАСЦІ ПУНКТАЎ КІПЕННЯ І ПЛАЎЛЕННЯ І МАЛЕКУЛЯРНАЙ ВАГІ

Распрацоўваючы цыфравы матэрыял па ўласцівасцях хімічных злучэнняў, якіх у наш час вядома больш трох мільёнаў, [1]) мы раней паказалі неабходнасць прыстасавання метадаў матэматычнай статыстыкі да аналізу вышэйпаказанага эксперыментальнага матэрыяла [2]). Пры разгляданні значэнняў пунктаў кіпення і плаўлення для розных хімічных злучэнняў заўважаецца рост іх велічыні ў меру павелічэння малекулярнай вагі малекулы; асабліва лёгка гэта бачыць пры вывучэнні гамалагічных радоў. Ясна, аднак, што гэта сістэматычнае павелічэнне канстант, якое наглядаецца ў гамалагічных радах, будзе расстрайвацца дзякуючы існаванню з'явы ізамерыі. І ўсё-ж пры гэтым наглядаецца, як правіла, што пункты плаўлення і кіпення даных ізамераў большыя, чым у злучэнняў з меншай малекулярнай вагой, напр., бутан нармальны кіпіць пры $+1^{0}$C, ізабутан пры $+17^{\circ}$; але абодва яны маюць тэмпературу кіпення большую чым прапан, які кіпіць пры $+44,5$; пентан нармальны кіпіць пры $+36,3^{0}$, а тэтраметылметан пры $+9^{0}$C (вышэй бутана на 8^{0}). У іншых выпадках наглядаецца адваротны малюнак, часцей для пункту плаўлення; так, напр., двухасноўныя дыкарбонавыя кіслоты мяняюць пункт плаўлення перыядычна; але ўсё-ж можна заўважыць, што кіслоты з большай малекулярнай вагой маюць меншы пункт плаўлення, напр., шчавелевая плавіцца пры $189,5^{\circ}$, глутаравая—пры 97,5, тады як гексадэкандыкарбонавая $HOOC(CH_2)_{16}COOH$ пры 125°.

Якая-ж агульная тэндэнцыя змены пунктаў кіпення і плаўлення пры павелічэнні малекулярнай вагі хімічных злучэнняў, і наогул, ці можна чакаць якіх-небудзь заканамернасцей паміж названымі вышэй велічынямі?

Для выяснення гэтага пытання мы будзем карыстацца статыстычнымі метадамі. Дапусцім, што малекул з данай малекулярнай вагой М будзе n; кожная з іх мае сваю ўласную канстанту плаўлення і кіпення.

Складаючы асобна пункты кіпення і плаўлення і падзяліўшы іх сумы на n, мы атрымаем сярэдні арыфметычны пункт плаўлення і кіпення для малекул, якія маюць адну і тую самую малекулярную вагу $T_м = \frac{\Sigma_1^n T_1}{n}$. Велічыню $t_м$ назавем абагуленай канстантай. Абагуленая канстанта можа мець некалькі значэнняў залежна ад спосабу групавання калектыва малекул, паводле велічыні малекулярнай вагі, паводле ліку атамаў у малекуле, паводле парадкавага намалекулярнага нумара і г. д.

У гэтай рабоце абагуленыя канстанты вылічаліся адносна малекулярнай вагі. Мы паставілі сабе за задачу вывучыць функцыі (1) $\bar{T}_{пл} = f(M1)$ (2) $\bar{T}_k = f(M)$, дзе $\bar{T}_{пл}$ — абагулены пункт плаўлення і $\bar{T}_k$ абагулены пункт кіпення, М значэнне малекулярнай вагі, якое непарыўна мяняецца, эмпірычным шляхам асобна для арганічных і неарганічных злучэнняў.

Першапачаткова былі апрацаваны даныя па пунктах плаўлення 4171 арганічных злучэнняў і 1043 неарганічных. Падлік рабіўся наступным чынам: выпісваліся з табліц даведніка[3]) фізіка-хімічных велічынь значэнні пункту плаўлення злучэнняў, якія маюць велічыню малекулярнай вагі ад 0—20, пасля 20—40, ад 40—60 і г. д.; такім чынам у кожны інтэрвал значэнняў малекулярнай вагі пападала n хімічных злучэнняў; велічыні іх пунктаў плаўлення складаліся і пасля падзельваліся на n. Такім чынам атрымоўваліся сярэднеарыфметычнае значэнне пункту плаўлення малекул з малекулярнай вагой, якая вагаецца ў межах інтэрвала ў 20 адзінак. Вынікі такой апрацоўкі пунктаў плаўлення арганічных злучэнняў сабраны ў табл. 1.

Табліца № 1

Інтэрвал малекулярнай вагі	Колькасць малекул, якая прыходзіцца на інтэрвал	$\bar{T}_{пл}$ У абсалютных градусах	Значэнне $\bar{T}_n - \bar{T}_{n+1} = \Delta T_{пл}$
0—20	1	89	—
20—40	8	203	+114
40—60	45	205	+ 2
60—80	97	253	+ 48
80—100	136	285	+ 32

Табліца № 1 (працяг)

Інтэрвал малекулярнай вагі	Колькасць малекул, якая прыходзіцца на інтэрвал	$\bar{T}_{пл}$ У абсалютных градусах	Значэнні $T_n - \bar{T}_{n+1} = \Delta T_{пл}$
100—120	223	318	+ 33
120—140	350	343	+ 25
140—160	443	371	+ 28
160—180	449	376	+ 5
180—200	496	385	+ 9
200—220	348	395	+ 10
220—240	257	395	+ 0
240—260	275	406	+ 11
260—280	188	414	+ 8
280—300	200	425	+ 11
300—320	115	419	— 6
320—340	118	419	0
340—360	109	423	+ 4
360—380	64	416	— 7
380—400	77	424	+ 8
400—420	50	436	+ 11
420—440	37	413	— 23
440—460	34	425	+ 12
460—480	29	429	+ 4
480—500	22	416	— 13
500—520	20	444	+ 28
520—540	12	442	— 2
540—560	16	472	+ 30
560—580	6	476	+ 4
580—600	15	434	— 42
600—620	11	425	— 9
620—640	9	470	+ 45
640—660	12	411	— 59
660—680	5	456	+ 45
680—700	7	476	+ 19
700—720	7	453	— 22
720—740	6	428	— 25
740—760	2	488	+ 60
760—780	6	452	— 36
780—800	3	420	— 32
800—820	2	392	— 28
820—840	2	476	+ 84
840—860	—	—	—
860—880	1	333	—
880—890	4	310	—

Атрыманыя лічбы паказваюць на павелічэнне пункту плаўлення пры павелічэнні малекулярнай вагі хімічных злучэнняў.

Аналіз лічбовага матэрыялу паказвае няроўнамерны рост функцыі (1). У слупку 4 табл. 1 даны прыросты $\Delta\bar{T}_{пл}$ для двух суседніх інтэгралаў, якія паказваюць значны рост да $M = 160$, пасля чаго наглядаецца зніжэнне прыросту, і яго велічыня пераходзіць некалькі раз праз значэнне, роўнае нулю.

Узнікненне зубчатасці дыяграмы ў частцы значэнняў для $M > 500$ можна вытлумачыць малым лікам малекул, якія прыходзяцца на даныя інтэрвалы (у сярэднім не больш, як 15 малекул); што да некаторай няроўнамернасці прыросту $T_{пл}$ у інтэрвале $100 \leqslant M \leqslant 300$, то яна тлумачыцца няроўнамернасцю ўласцівасцей малекул, якія пападаюць у суседнія інтэрвалы.

Таму з павелічэннем ліку даных, якія апрацоўваюцца, можна будзе чакаць больш гладкага ходу функцый. Лічыць гэтыя максімумы і мінімумы прыросту функцый за праяўленне закона перыядычнасці Д. І. Мендэлеева мы не маем ніякай падставы з прычыны іх поўнай няроўнамернасці і беспарадкавай рознастайнасці ў вывучанай функцыі. Апрача таго, даныя работ Петрэнка-Крытчэнка[4]) паказваюць, што нарастанні якіх-небудзь уласцівасцей часта адпавядаюць нарастанню малекулярнай вагі, таму пры статыстычнай апрацоўцы ўласцівасці, якія змяняюцца перыядычна, будуць згладжваць адна адну [5]).

Такім чынам гэта частка атрыманага матэрыяла не заслугоўвае давер'я; найбольш надзейнымі будуць даныя, якія адносяцца да значэнняў функцыі ад $\bar{T}_{пл} = 285$ да $T_{пл} = 425$. У гэтых граніцах сувязь паміж M і $\bar{T}_{пл}$ выражаецца формулай $T = aM^{b}$, дзе a і b пастаянныя, роўныя $a = 50{,}1$ і $b = {}^{42}/_{110}$. Сярэдняе квадратычнае адхіленне, вылічанае па формуле

$$\sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n}} = \pm 11{,}2;$$ супаданне ў даных умовах дастатковае.

Іншыя віды функцыі даюць большае значэнне сярэднеквадратычнага адхілення. Для атрымання поўнага малюнка ходу змен абагуленых пунктаў плаўлення неабходна скарыстаць яшчэ большую колькасць матэрыяла для таго, каб мець поўную ўпэўненасць у разуменні аб тэндэнцыі змены пунктаў плаўлення малекул з вялікай малекулярнай вагой. Характэрна, што малекулы з вялікай малекулярнай вагой пры награванні, як правіла, раскладаюцца не плавячыся, напр. цукру, альбо плавяцца ў значным дыяпазоне тэмператур, напр. воску, смалы.

Вывучэнне канстант кіпення арганічных злучэнняў вялося зусім т.кімі самымі метадамі, як і канстант плаўлення. Апрацоўка была праведзена для 2423 хімічных злучэнняў паводле даных табліц таго-ж самага даведніка[2]). Атрыманыя даныя сабраны ў табл. 2. Параўноўваючы розніцы паміж двума суседнімі значэннямі абагуленых пунктаў кіпення $\bar{T}_k - \bar{T}_{k+1} = \Delta T_k$, канстатуем (гл. слупок 4 табл. 2): 1) функцыя ўзрастаючая, 2) узрастанне ідзе з затуханнем да значэння М, якое ляжыць у інтэрвале 220—240, пасля ідуць ваганні ў знаку. Знойдзеныя ваганні робяцца зразумелымі пры параўнанні іх з данымі другога слупка (табл. 2), выходзіць, што на інтэрвал 220—240 прыходзіцца толькі 56 малекул,

Табліца № 2.

Інтэрвал малекулярнай вагі	Колькасць малекул з малекулярнай вагой у даным інтэрвале	Сярэдні статыстычны пункт кіпення	$\Delta \bar{T}_k = \bar{T}_k - \bar{T}_{k+1}$
0—20	1	—161	—
20—40	7	— 29	+132
40—60	54	39	68
60—80	132	78	39
80—100	221	121	43
100—120	348	150	29
120—140	502	184	34
140—160	400	209	25
160—180	260	234	25
180—200	206	246	12
200—220	116	255	11
220—240	56	277	22
240—260	45	305	28
260—280	25	284	— 21
280—300	15	240	— 44
300—320	11	311	+ 71
320—340	13	293	— 18
340—360	4	228	— 65
360—380	3	230	2
380—400	2	344	114

а для большых значэнняў М чысло малекул яшчэ менш— 45,25 і да адной малекулы. Адсюль вынікае, што правільная

змена функцыі $\bar{T}_k = f(M)$ парушаецца, калі сярэднеарыфметычнае значэнне канстанты вылічаецца для сукупнасці малекул $n < 56$. У гэтым-жа інтэрвале ход функцыі ўкладаецца ў раўнанне $\bar{T}_k = a\sqrt{M}$ (3), дзе a пастаянная, роўная 38,0. Вылічаныя значэнні адхіляюцца ад эксперыментальных у сярэднім на $\pm 10,4$.

Атрыманыя формулы паказваюць, што пункты кіпення і плаўлення арганічных злучэнняў павышаюцца з павелічэннем малекулярнай вагі, і гэта палажэнне мае статыстычны характар. Атрыманыя формулы нельга прымяняць да гамалагічных радоў, бо значэнні сталых у формулах будуць мяняцца нават у межах аднаго раду.

Уокер[6]) прапанаваў аналагічную формулу, знойдзеную іншым шляхам, для вылічэння пунктаў кіпення гамалагічных радоў, але няўдала (гл. аб гэтым падрабязна працы Б. В. Некрасава[7]). Адгэтуль само сабой напрошваецца пытанне аб практычным прыстасаванні атрыманых формул. Як мы пакажам у наступным паведамленні, атрыманыя суадносіны можна прымяняць для вылічэння ўласцівасцей нафты, якая з'яўляецца супольнасцю вялікай колькасці розных хімічных матэрый.

Праца працягваецца.

ЛІТАРАТУРА:

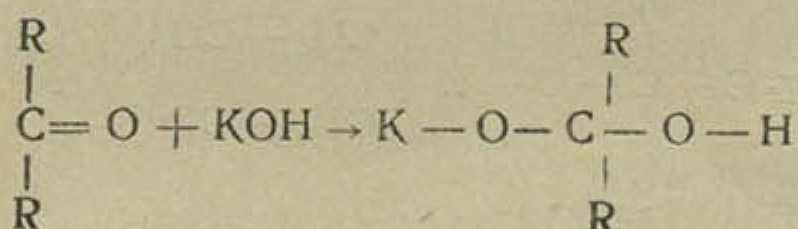
1. Штаудингер, Успехи химии, 3,761 (1934).
2. В. К. Никифиров, К вопросу о химической статистике. Труды химического института БелАН, 1935 г.
3. Техническая энциклопедия. Справочник физических химических и технологических величин, т. I, 1933.
4. Zeit. f. Phys. Chem., 116, 313 (1925).
5. Jbid.
6. Journ. Chem. Soc., 65, 193 (1894).
7. Ж. Р. Ф. Х. О. 62, 1499 (1930).
Ж. Ф. Х. 1, 135 (1930).

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

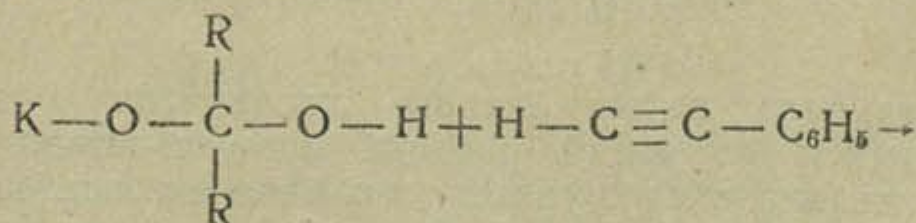
Н. М. МАЛЁНАК

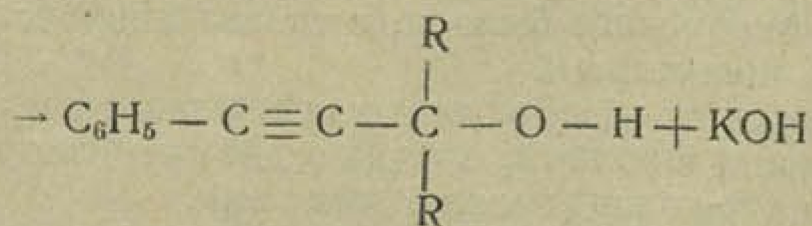
КАНДЭНСАЦЫЯ ФЕНІЛАЦЭТЫЛЕНА З ПІНАКАЛІНАМ

Работамі акад. А. Е. Фаворскага і яго супрацоўнікаў[1]) па кандэнсацыі фенілацэтылена з кетонамі ў прысутнасці бязводнага парашкавіднага едкага калія было ўстаноўлена, што верагодны ход рэакцыі ў першую фазу суправаджаецца ўтварэннем алкагалята двуатамнага спірта па схеме:



Гэты пярвічны прадукт у далейшым уступае ў злучэнне з фелілацэтыленам, у выніку выдзяляецца 1 mol едкага калія і ўтвараецца трэцічны спірт:

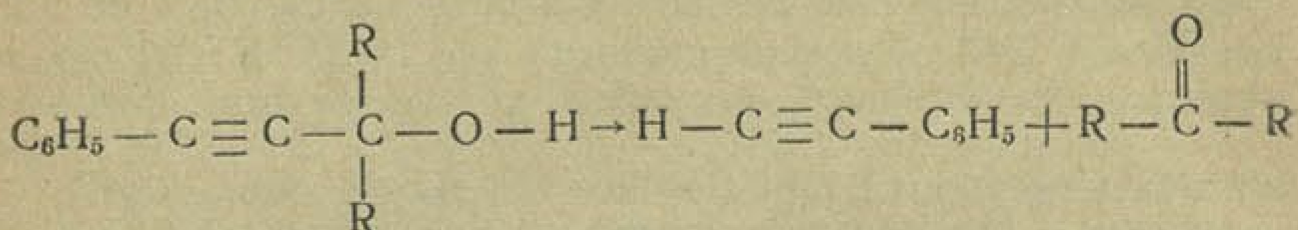




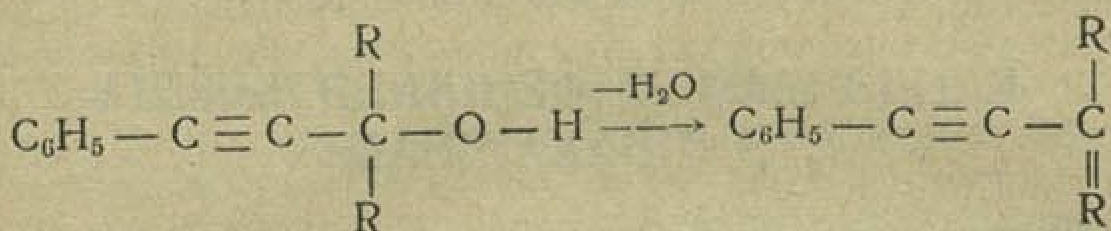
Уласцівасці атрыманых трэцічных спіртаў былі даследваны ў адносінах да раду рэагентаў, прычым аказалася, што

[1]) Ал. Фаворский, Ж. Р. Х. О., № 37, 1905 г.

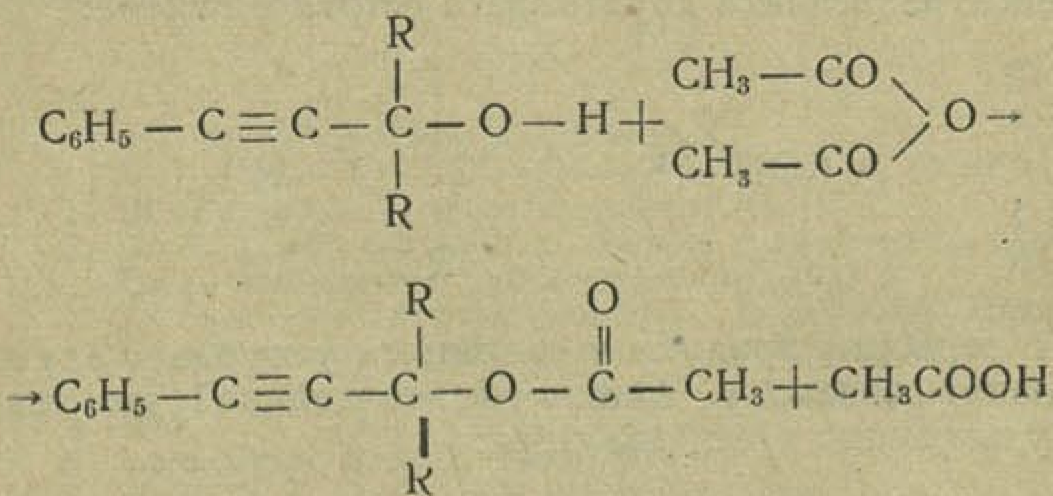
пры дзейнічанні на іх шчолачаў адбываецца зваротнае расшчапленне на фенілацэтылен і адпаведны кетон:



Пры награванні спіртаў з растворам H_2SO_4, адбываецца выдзяленне вады, якое суправаджаецца ўтварэннем ненасычаных вуглевадародаў з падвойнай і патройнай сувязямі:



З воцатным ангідрыдам трэцічныя спірты нармальна ўтваралі складаныя эфіры:



Прадстаўляла пэўны інтарэс даследваць уласцівасці атрымаўшыхся па гэтай рэакцыі ацэтыленавых спіртаў з пункту гледжання таго ўплыву, які маглі аказаць радыкалы, суседнія са спіртовай групай. З гэтай .мэтай па прапанове акад. А. Е. Фаворскага была праведзена кандэнсацыя фенілацэтылена з пінакалінам.

Атрыманы спірт—ізабутылметылфенілацэтыленілкарбінол, пры дзейнічанні шчолачы, згодна з данымі Фаворскага, расшчапляўся на фенілацэтылен і пінакалін.

У адносінах да воцатнага ангідрыда спірт аказаўся нетрывалым. Замест чакаемага эфіра атрымалі ненасычаны вуглевадарод, які адрозніваўся надзвычайна рэзка выражанай здольнасцю да палімерызацыі, бо нават пры хаванні ў запаяным выглядзе і ў цемнаце ператвараўся ў палімер.

Вуглевадароды вышэйадзначанай будовы прадстаўлялі для нас асаблівы інтарэс, бо мы мелі на ўвазе даследваць іх адносіны да рэакцыі Н. Прылежаева, г. зн. правесці акісленне іх арганічнымі гідраперакісямі з мэтай даследвання атрымліваемых пры гэтым вокісаў. Нас цікавіла пытанне аб устойлівасці патройнай сувязі ў адносінах да акісліцеля ў прысутнасці падвойнай, бо работамі Н. Прылежаева і іншых было ўстаноўлена, што патройная сувязь арганічнымі гідраперакісямі не акісляецца. Нажаль недахоп матэрыяла не даў нам магчымасці канчаткова высветліць гэтае пытанне на даным прэпараце. У далейшым мы маем на ўвазе скарыстаць для азначанай намі мэты вуглевадароды іншай будовы.

ЭКСПЕРЫМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТКА

91 грам фенілацэтылена (пункт кіп. 140°—142°) кандэнсіраваліся, па рэакцыі Грыньяра, з 91 грамам пінакаліна (п. к. 105°—106°), у выніку чаго была атрымана вадкая маса, з якой пры паўторнай перагонцы была атрымана ў колькасці 120 грам бясколерная гліцэрынападобная вадкасць, слаба араматычнага паху з пунктам кіп. 136°—137° (10 мм).

Выхад матэрыі, разлічаны на фенілацэтылен, узяты ў рэакцыю, роўны 67% тэарэтычнага.

Пры спальванні матэрыі з вокісам медзі атрымана:

I 0,1163 гр матэрыі далі: $_2$—0,3539 гр і H_2O—0,0926 гр

II 0,1284 гр матэрыі далі: CO_2—0,3924 гр і H_2O—0,1032 гр

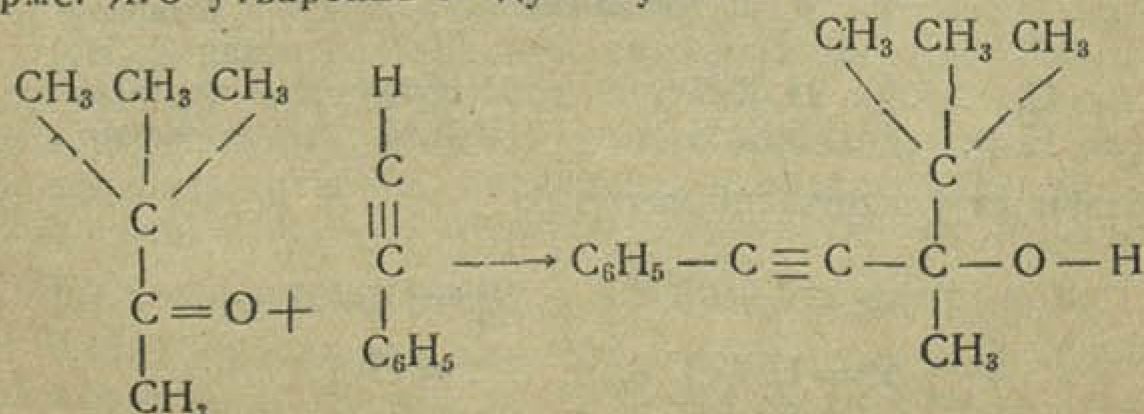
	Знойдзена I	*Знойдзена* II	*Вылічана* для $C_{14}H_{18}O$
C. . .	82,97%	83,33%	83,16%
H. . .	8,85%	8,87%	8,91%
O. . .	8,18%	7,80%	7,93%

Фізічныя ўласцівасці матэрыі:

$$d^0_0 = 0{,}9818, \quad d^{20}_{20} = 0{,}9694$$

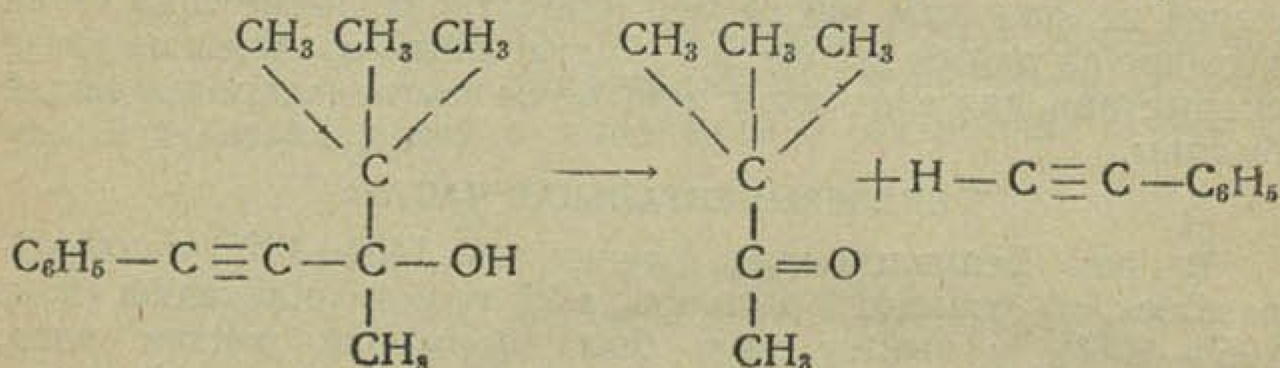
$$R = 1{,}5387, \text{ пры } t = 16°$$

Атрыманы спірт ізабутылметылфенілацэтыленілкарбінол раствараецца ў этылавым эфіры, этылавым спірце і хлараформе. Яго ўтварэнне следуе агульнай схеме:



Пасля дзейнічання на гэты спірт пры награванні 10% KOH рэакцыйная сумесь была перагнана з вадзяной парай. Зняты масляністы слой фракцыяніраваўся, у выніку чаго былі атрыманы дзве фракцыі—першая з п. к. 139°—143°, належачая фенілацэтылену, што пацвярджаецца фізічнымі ўласцівасцямі і адносінамі яе да Ag—рэактыву і другая, належачая безумоўна пінакаліну, з п. к. 104°—107°.

Такім чынам у адносінах да шчолачы атрыманы спірт вёў сябе аналагічна спіртам даследваным раней Фаворскім.



Дзейнічанне на ізабутылметылфенілацэтыленілкарбінол 15% растворам H_2SO_4

Дэгідратыраванне 60 грам ізабутылметылфенілацэтыленілкарбінола ўтваралася пры кіпячэнні (7 гадз.) з 15% растворам H_2SO_4. Атрыманая сумесь адганялася з вадзяным парам, сушылася паташом і фракцыяніравалася шляхам перагонкі.

Пры паўторнай фракцыяніроўцы (10 мм) была выдзелена фракцыя з п. к. 121°—123°, светла-жоўтага колера, у колькасці 28 грам. Пры хаванні яе пачалі выпадаць белыя хлоп'я, і за двое сутак атрымаўся значны асадак, не гледзячы на тое, што коўбачка была зачынена коркай і запарафінена.

Пры новай фракцыяніроўцы (5 мм), амаль уся вадкасць перашла ў прыёмнік пры t 109°—109,5° у колькасці 22 грам.

Выхад матэрыі, разлічаны на спірт, узяты ў рэакцыю, роўны 40,0% тэарэтычнага.

Пры спальванні матэрыі з вокісам медзі атрымана:

I 0,1782 гр матэрыі далі: CO_2—0,5966 гр і H_2O—0,1386 гр
II 0,2031 гр матэрыі далі: CO_2—0,6792 гр і H_2O—0,1588 гр

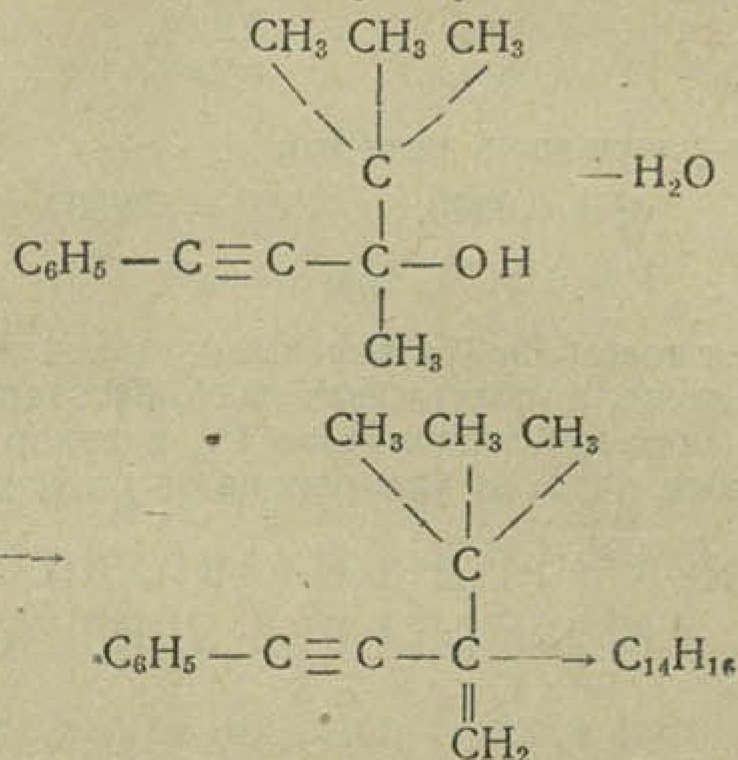
	Знойдзена I	II	*Вылічана* для $C_{14}H_{16}$:
C. . . .	91,30%	91,16%	91,30%
H. . . .	8,64%	8,66%	8,69%

Фізічныя ўласцівасці матэрыі:

$$d_0^0 = 0{,}9196, \quad d_{20}^{20} = 0{,}9037$$

$$R = 1{,}5486, \text{ пры } \quad t = 17{,}5^\circ$$

Трэба думаць, што атрыманы ненасычаны вуглевадарод (ізабутылфенілацэтыленілэтылен) утвараецца па агульнаму раўнанню, якое вызначае яго будову:



Той-жа вуглевадарод утвараецца і пры дзейнічанні на спірт воцатнага ангідрыда (выхад 53% тэарэтычнага). Спроба атрымання воцатнага эфіра гэтага спірта прыводзіла да дэгідратыравання спірта. Такім чынам радыкал трэцічнаізабутыл, далучаны да вугляроднага атама пры падвойнай сувязі, адмаўляе надзвычайную няўстойлівасць ненасычаннага вуглевадарода. Ненасычаны вуглевадарод $C_{14}H_{16}$, у колькасці 3 грам, стаяў у запарафіненай прабірцы адзін месяц. За гэты час ён амаль увесь уплатніўся ў цвёрдую светла-жоўтага колера масу, з якой, пасля трохкратнага растварэння яе ў эфіры, была атрымана цвёрдая аморфная маса з пунктам плаўлення 243°—245°.

Палімерызат бліжэй не даследваўся.

Акісленне ізабутылфенілацэтыленілэтылена гідраперакіссю ацэтыла

Акіслена 15 грам ізабутылфенілацэтыленілэтылена 22 $см^3$ гідраперакісі ацэтыла, якія змяшчалі 1,34 грам актыўнага кіслароду (разлік: адзін атам кіслароду на малекулу ненасычанага вуглевадарода). Ахаладжэнне да 0°. Рэакцыя адбывалася са значным павышэннем тэмпературы, пры гэтым раствор змяняў афарбоўку ад жоўтай да цёмназялёнай. Па сканчэнні рэакцыі (1 суткі), была выдзелена пры паўторнай фракцыяніраванай перагонцы светла-жоўтая вадкасць у колькасці 2 грам, з пунктам кіпення 130°—131° (5 мм).

Пры спальванні матэрыі з вокісам медзі атрымана:

I 0,1251 гр матэрыі далі: CO_2—0,3871 гр і H_2O—0,0906 гр
II 0,1394 гр матэрыі далі: CO_2—0,4290 гр і H_2O—0,0988 гр

	Знойдзена I	II	*Вылічана* для $C_{14}H_{16}O$
C . . .	84,33%	83,93%	84,0%
H . . .	7,99%	7,82%	8,0%
O . . .	7,68%	8,25%	8,0%

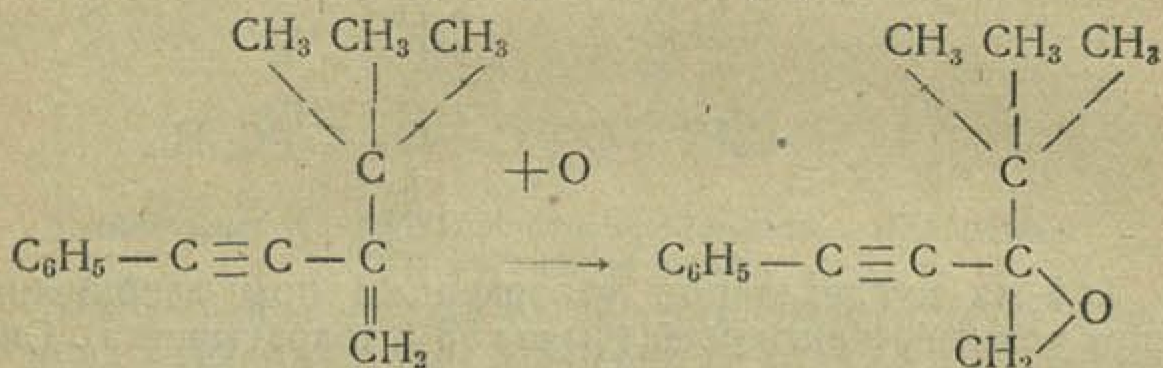
Фізічныя ўласцівасці матэрыі:

$$d_0^0 = 0{,}9943, \qquad d_{20}^{20} = 0{,}9834$$

$$R = 1{,}5429, \text{ пры } t = 18^\circ$$

Атрыманая вокісь ізабутылфенілацэтыленілэтылена светла-жоўтая вадкасць, араматычнага паху, растварымая ў эфіры і этылазым спірце. Абясколервае 1% раствор $KMnO_4$.

Гэтая вокісь напэўна ўтвараецца па раўнанню:



Уласцівасці гэтай вокісі, дзякуючы нязначнай колькасці матэрыі, не маглі быць даследваны.

Мы маем на мэце пашырыць гэту рэакцыю на гамолагі даследванага вуглевадарода.

У заключэнне, лічу сваім прыемным абавязкам выказаць шчырую падзяку глыбокапаважаным: праф. Н. А. Прылежаеву, майму вучыцелю і кіраўніку, за ўважнае кіраўніцтва і акад. А. Е. Фаворскаму за прапанаваную тэму і за магчымасць пачаць распрацоўку яе ў яго лабараторыі.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

ПРОФ. П. П. БОРДАКОВ

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ В ЗЕРНЕ СОИ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ [1])

Развивающаяся бурными темпами социалистическая промышленность ставит перед селекцией задачу выведения новых сортов с.-х. культур не только урожайных, но, одновременно, обладающих ценными химико-технологическими свойствами.

Когда на полях Европейской части СССР в конце 20-х годов впервые появилась соя, об ее „качественной“ селекции на первых порах не могло быть и речи. Две трети образцов, собранных в коллекционных питомниках, или не созревали совсем, или семена достигали стадии восковой зрелости в начале и даже в конце октября [2]). Приходилось прежде всего заниматься отбором форм более или менее скороспелых и безжалостно браковать все остальные (оставляя лишь незначительную часть для последующих скрещиваний).

Вскоре в наших руках накопился материал в виде множества популяций, пригодных для дальнейшей селекционной обработки. Из него были выведены неплохие урожайные и скороспелые линии (напр., наш сорт 0152 и др.); они позволили начать планомерное вытеснение с полей беспородной китайской сои и замену ее селекционными сортами.

Одновременно с селекцией на скороспелость и урожайность нами была начата работа по созданию сортов сои,

---

[1]) Предварительное сообщение о нашей работе опубликовано в „Трудах по прикл. ботанике, генетике и селекции“, сер. III, № 1, 1933 г. См. также наши статьи по данному вопросу в „Сборнике науч. работ“ Всеукр. госуд. н-и ин-та питания. X, 1933 г. и в журнале „Агротехника“, № 3, 1932 г. (обе последние статьи на украинском языке).

[2]) Мы говорим о районе деятельности Харьковской Селекционной станции, где мы работали по селекции масличных культур с 1928 по 1933 г.

отвечающих требованиям различных отраслей советской промышленности. Изучив нужды последней, мы задались целью вывести сорта: 1) с большим содержанием жира[1]), обладающего высокими иодными числами (для лако-красочной промышленности); 2) с большим содержанием жира, характеризующегося низкими иодными числами (для пищевой и мыловаренной промышленности); 3) богатые протеином (для пищевой и фанерной промышленности), 4) с большим содержанием лецитина (для маргариновой и формакологической промышленности); 5) легко развариваемые, белковые с низким содержанием клетчатки (для консервного производства). Попутно мы производили отбор форм, наиболее пригодных для фабрикации растительного молока, „то-фу" (растительного творога) и суррогата кофе.

Для выполнения указанных работ, по поручению и на средства Всесоюзного научно-исследовательского ин-та сои и спецкультур, нами была организована в Харькове химико-технологическая селекционная лаборатория, связанная на договорных началах с Харьковской селекционной станцией. Ежегодно с полей станции в лабораторию поступали тысячи образцов сои, которые подвергались соответствующим химическим и технологическим исследованиям. Лучшие в том или ином отношении образцы, обнаруженные лабораторией, высевались на полях Станции для дальнейших испытаний.

Однако, уже вскоре выяснилось, что наша лаборатория, несмотря на большую пропускную способность, не в состоянии справиться с огромным материалом, поступавшим для анализа. Мы попали в производственный тупик. Лаборатория явно отставала от темпов и масштабов нашей селекции: анализировалась лишь часть материала, притом меньшая, а остальная часть накапливалась из года в год бесполезным балластом. Это обстоятельство тормозило нашу работу по выведению качественно-ценных сортов.

Выходом из тупика явилось открытие нами ряда корреляционных связей между химическими веществами зерна сои. Многие из этих связей оказались чрезвычайно стойкими (что говорило об их физиологической или генетической природе) и дали возможность использовать их для наших практических целей. При более углубленном изучении вопроса обнаружилось, что в организме зерна существуют не только линейные, но и криволинейные связи, о которых, кстати сказать, большинство селекционеров имеет самое смутное представление. И эти—криволинейные—связи оказались необычайно постоянными. Таким образом, мы постепенно подошли к выяснению *типов* связи между хи-

[1]) Для сокращения мы будем везде говорить не „сырой жир" и „сырой протеин", а „жир" и „протеин".

мическими компонентами зерна сои, т. е. проникли в совершенно неизученную область явлений.

Открытие указанных связей значительно облегчило и ускорило нашу сортоводную работу, т. к. позволило подвергать химическому и технологическому анализу не весь имевшийся в нашем распоряжении семенной материал (что, к тому-же, было технически невозможно), а лишь ту его часть—сравнительно небольшую, которая, согласно теоретическим расчетам, являлась для нас особенно ценной. Другими словами, мы получили возможность производить предварительный отбор материала, пользуясь, при этом, легко определимыми косвенными признаками. Ниже будут указаны полученные при этом результаты.

I. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ СЫРОГО ЖИРА И ИОДНЫМИ ЧИСЛАМИ

Американские селекционеры Cole, L. I., Lindstrom, E. W. и Woodworth, C. M. в своей интересной статье „Selection for quality of oil in soy beans“[1]) приходят к выводу, что между содержанием в семенах сои жира и иодными числами нет сколько-нибудь заметной связи. Цифровые данные, собранные названными исследователями в течение своей восьмилетней селекционной работы с соей, на первый взгляд подтверждают такое мнение: как видно из таблиц коэффициенты корреляции сильно изменяются из года в год и, что самое важное, имеют то положительный, то отрицательный знак, и зачастую так низки, что о какой либо корреляции кажется невозможным и говорить.

К такому же заключению еще раньше пришел и Ladd, C.: „увеличение или уменьшение иодных чисел,—пишет он—, не оказывает, как кажется, существенного влияния на содержание жира также, как содержание жира не оказывает влияния на иодныя числа“[2]).

Таким образом, между количеством и качеством жира иностранными учеными не найдено никакой связи; как-бы не изменялось содержание жира в семенах, это изменение не оказывает никакого заметного влияния на соотношение между предельными и непредельными жирными кислотами, выражаемое иодными числами.

Так-ли это?

Критический анализ цитированных работ позволяет без труда открыть ошибку, искажающую истинное положение

---

[1]) Journ. Agric. Research, 1927, vol. 35, № 1, 75—95.

[2]) Ladd, C.—Soya bean investigation. N. Dak. Agr. Exp. Sta 1919. Paint Bul. 1(7), 130—138.

вещей. В самом деле, американские исследователи пытались установить во всех случаях только *линейную* связь, почему-то полагая, что зависимость между содержанием жира и иодными числами должна носить непременно линейный (а не какой-либо другой) характер. Не найдя искомой связи (которой в действительности и нет), исследователи решили, что между интересующими нас признаками нет вообще никакой корреляционной зависимости. Вывод в корне неправильный. Он не имел бы места, если бы иностранные ученые попытались определить наличие связи не одними коэффициентами корреляции, но и другими мерами, давно известными математикам.

В действительности, как нам удалось выяснить, связь между содержанием жира и иодными числами не только существует, но обычно ясно выражена. При этом она носит не линейный, а *криволинейный* характер, что видно из приводимых ниже таблиц и диаграммы [1]).

Таблица № 1

Группа из 40 сортов в 1930 г.

% сырого жира	*Иодное число*
18,5	129
19,5	124
20,5	125
21,5	126
22,5	127

Таблица № 2

Группа из тех-же 40 сортов в 1931 г.

% сырого жира	*Иодное число*
15,5	138
16,5	136
17,5	134
18,5	136
19,5	137
20,5	141

[1]) Считаем нужным подчеркнуть, что все числовые значения, приводимые в настоящей статье, следует рассматривать как примерные и отвечающие свойствам только исследованного нами материала.

Таблица № 3

Группа из 147 сортов

% сырого жира	*Иодное число*
15,5	139
16,5	138
17,5	132
18,5	131
19,5	128
20,5	129
21,5	129
22,5	130
23,5	132

Таблица № 4

Группа из 296 сортов [1])

% сырого жира	*Иодное число*
15,5	137
16,5	135
17,5	131
18,5	126
19,5	126
20,5	129
21,5	129
22,5	130
23,5	131

Таблица № 5

Группа из 1762 сортов

% сырого жира	*Иодное число*
14,5	142
15,5	140
16,5	137
17,5	136
18,5	132
19,5	129
20,5	129
21,5	132
22,5	135
23,5	136
24,5	139

[1]) Группа составлена из разных сортов, а также из образцов одних и тех же сортов, выросших в разных условиях.

Таблица № 6

Группа из 2213 сортов

% сырого жира	*Иодное число*
14,5	143
15,5	141
16,5	138
17,5	135
18,5	134
19,5	131
20,5	128
21,5	129
22,5	130
23,5	133
24,5	135

Из приведенных примеров видно, что по мере увеличения содержания в зерне жира—иодные числа сперва падают, а потом повышаются, что говорит о наличии корреляции криволинейного типа (см. диграм. 1).

Однако, такое сопоставление цифр „на глаз“ может показаться недостаточно убедительным. Поэтому ниже приводим вычисленные коэффициенты корреляции (r) и корреляционное отношение (η) в разных группах изученного материала [1]).

[1]) Линейная связь (положительная или отрицательная) выражается, как известно, коэффициентом корреляции с соответствующим знаком. Надо твердо помнить, что *если корреляция не линейная, то коэффициент корреляции утрачивает свой смысл в качестве меры связи.*

Для измерения степени связи в случае криволинейной корреляции употребляется особая мера, называемая „*корреляционным* отношением:

$$\eta_{xy} = \sqrt{\left(\frac{\Sigma p a_x a^2 y}{n} - \beta x^2\right) \frac{1}{s_x^2}}; \quad m_\eta = \frac{1 - \eta^2}{\sqrt{n}}$$

Значение корреляционного отношения при установлении связей чрезвычайно велико, т. к. „смысл числовых значений корреляционного отношения не изменяется от того, какой вид принимает корреляция между статистическими величинами. В этом состоит важное преимущество корреляционного отношения по сравнению с коэффициентом корреляции, числовые значения которого имеют смысл только в случае линейной корреляции“ (проф. А. К. Митропольский, Техника статистического исчисления. См. также Е. Е. Слуцкий, Теория корреляции и элементы учения о кривых распределения, А. Я. Боярский, В. Н. Старовский, В. И. Хотинский, Б. С. Ястремский,—Теория математической статистики.

Таблица № 7

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	−0,44±0,13	0,67±0,09
Те-же популяции из сортоиспытания 1931 г. . .	40	0,15±0,15	0,54±0,12
Смесь разнообразных образцов.	147	−0,10±0,08	0,46±0,06
Тоже.	296	−0,10±0,16	0,41±0,05
Тоже	1762	0,31±0,14	0,49±0,08
Тоже.	2013	0,26±0,11	0,52±0,06
Смесь популяций из всеукраинского сортоиспытания 1931 г.	43	0,25±0,15	0,64±0,15
Соя Старо-Украинская из разных районов Украины .	29	0,11±0,21	0,50±0,13
Чистые линии сои Старо-Украинской	187	−0,47±0,09	0,81±0,03
Чистые линии сои № 199 .	191	−0,57±0,12	0,68±0,02
Чистые линии сои № 199—Б. .	166	0,31±0,16	0,72±0,10

Из таблицы видно, что несмотря на значительное разнообразие подопытного материала (пестрые смеси, однородные популяции, чистые линии), корреляционное отношение отлично выражено во всех случаях, тогда как коэффициенты корреляции в большинстве случаев не имеют статистического значения. Совершенно такая же картина, в отношении коэффициентов корреляции, получилась и у американских исследователей; к сожалению, иностранные ученые не сочли нужным подвергнуть свой материал дальнейшей математической обработке—с целью поисков иной, не линейной связи.

Для окончательного разрешения вопроса, является ли зависимость между содержанием жира и иодными числами линейной или криволинейной, используем предложенную J. Blackman'ом „меру линейности" [1]).

[1]) $\xi = \eta^2 - r^2$; $\frac{\xi}{\Sigma_\xi} = \frac{\sqrt{N}}{0.67449} \cdot \frac{1}{2} \sqrt{\xi} \frac{1}{\sqrt{1 + (1-\eta^2)^2 - (1-r^2)^2}}$

Если $\frac{\xi}{\Sigma_\xi}$, т. е. отношение меры линейности к ее вероятной ошибке составляет величину, не превышающую 2 или $2^1/_2$, то связь можно назвать линейной. Мы принимаем при расчетах величину $2^1/_2$.

Таблица № 8

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	3,7	Криволинейный
Те же популяции из сортоиспытания 1931 г.	40	3,6	"
Смесь различных образцов	147	3,2	"
Тоже	296	5,9	"
Тоже	1762	4,3	"
Тоже	2013	3,9	"
Смесь попул. из всеукр. сортоисп.	43	2,8	"
Соя Старо-Украинская из разных районов Украины	29	2,6	"
Чистые линии сои Старо-Украинской	187	5,3	"
Чистые линии сои № 199	191	4,8	"
Чистые линии сои № 199-Б	166	3,7	"

Таким образом, вопреки мнению прежних исследователей, *между содержанием в соевом зерне жира и иодными числами существует корреляционная связь, носящая криволинейный характер.* Степень ее выраженности колеблется в зависимости от свойств подопытного материала и от характера влияния на него внешних условий. Но мы не знаем ни одного случая, когда эта связь оказалась бы математически недоказанной. Поэтому мы вправе утверждать, что связь между содержанием в соевом зерне жира и иодными числами коренится в самой природе растения, что она носит физиологический (или генетический) характер и что ее криволинейность отнюдь не случайна, а обусловлена пока неизвестными нам свойствами органического вещества.

В селекционных целях интересно отметить, что наиболее низкие иодные числа обычно находятся в той части семенного материала, которая характеризуется средним (или близким к нему) содержанием жира, в то время как наиболее высокие иодные числа встречаются в материале как с низким, так и с высоким содержанием жира (см. диагр. 1).

Непригодность коэффициентов корреляции, как меры связи при наличии нелинейных зависимостей хорошо, иллюстрирует диагр. 2. В обоих случаях связь оказалась недоказанной (с помощью коэф. кор.), в то время как в действительности она очень высока, но носит не линейный, а резко выраженный криволинейный характер. Это под-

тверждает нашу мысль о невозможности ограничиваться при установлении корреляционных зависимостей одними мерами линейной связи. Нам думается, что практические результаты работ американских селекционеров были бы совершенно иными, если бы они несколько глубже подошли к изучению своеобразных особенностей подопытного материала.

Установленная нами связь дает возможность (конечно, в пределах известной ошибки) теоретически находить вероятные средние иодные числа по данному содержанию в зерне жира. О степени точности таких вычислений можно судить по следующему расчету (для группы, состоящей из 296 образцов):

Таблица № 9

Содержание сырого жира в %%	Средние иодные числа	
	Найденные эмпирически	Вычисленные по корреляционному уравнению
15,0	137	137
16,0	135	134
17,0	131	130
18,0	126	128
19,0	126	127
20,0	128	129
21,0	129	131
22,0	130	133
23,0	131	135

Селекционное значение связи между содержанием жира и иодными числами.

Когда мы приступали к селекции сои „на качество“, мы, как было выше указано, поставили перед собой задачу вывести сорта:

а) с максимально высоким содержанием жира и, одновременно с наивысшими иодными числами (для лако-красочной промышленности) и б) высоко-жировые, обладающие минимальными иодными числами (для мыловаренной и пищевой промышленности). Обе эти задачи для разрешения требовали огромного количества анализов, которые и производились в созданной нами химико-технологической селекционной лаборатории. Вскоре выяснилось, что определение иодных чисел в силу большой сложности анализа и недостатка химикалий, далеко отстает от определения жира, в то время как лаборатория в течение года без труда „пропускала“ „на жир“ до 10.000 селекционных образцов,—количество определений иодных чисел, несмотря на все принимаемые меры, не превышало за тот-же срок 600—700. Таким

образом, огромная часть материала оказывалась, в отношении иодных чисел, необработанной и оставалась мертвым грузом на полках лаборатории. А между тем могло легко случиться, что именно в этой необработанной части материала и находились нужные нам элитные образцы, которые оставались ненайденными по чисто техническим причинам.

После установления нами связи между содержанием жира и иодными числами положение вещей резко изменилось. Поиски „в темную" нужных иодных чисел прекратились, и мы стали определять иодные числа лишь в тех частях селекционного материала, где, согласно теоретическим расчетам, могли найти то, что искали. Так, напр., при поисках образцов с низкими иодными числами, мы, в первую очередь, стали анализировать ту часть материала, которая характеризовалась средним (для данного материала) содержанием жира, так как именно в этой части образцов, как было указано выше, иодные числа обычно наиболее низкие. Наоборот, в тех случаях, когда мы разыскивали исходные формы с высокими иодными числами, мы сдавали для определения иодных чисел прежде всего те группы материала, которые отличались высоким и низким содержанием жира. Другими словами, мы широко применили в нашей работе метод использования косвенного признака (% жира), тесно связанного с главным признаком (иодные числа) своеобразной зависимостью криволинейного типа. Результаты применения этого метода превзошли наши ожидания: мы в очень короткий срок нашли образцы сои с иодными числами 115 и 142 и притом как раз в том материале, который был сложен „в архив" за невозможностью обработки.

Позволим себе привести ряд опытов, которые были поставлены нами для проверки теории. Для этого в лаборатории определяли иодные числа у разных групп материала, отличавшихся содержанием жира. Согласно теоретическим соображениям, наивысшие иодные числа должны были находиться в группах с максимальным и минимальным содержанием жира, а наиболее низкие иодные числа—в группах со средним содержанием жира. Результаты анализа во всех без исключения случаях оправдали наши ожидания.

Таблица № 10

Чистая линия сои Старо-Украинской

Содержание сырого жира в %%	Среднее иодное число	Размах варьирования иодных чисел
14,0—16,0	135	125—142
18,0—20,0	126	118—130
22,0—24,0	129	122—136

Таблица № 11

Чистая линия сои № 199

14,0—16,0	138	129—141
18,0—20,0	127	115—133
22,0—24,0	132	126—137

Таблица № 12

Смесь сортов из основного сортоиспытания

14,0—16,0	133	124—139
18,0—20,0	122	116—127
22,0—24,0	139	128—142

Таблица № 13

Смесь образцов питомника исходного материала

14,0—16,0	137	126—141
18,0—20,0	123	118—126
22,0—24,0	131	124—136

Из таблицы 12 видно, что самые высокие иодные числа оказались связанными с наиболее масличными образцами, тогда как в других случаях они встречаются в наименее масличном материале. Нам кажется, что распределение максимальных иодных чисел по кривой связи стоит в зависимости от метеорологических условий конца вегетационного периода: в условиях сырой и влажной осени (когда иодные числа вообще возрастают) наивысшие иодные числа бывают связаны с наибольшим, для данного материала, содержанием жира; наоборот, в годы с сухой и теплой осенью наиболее высокие иодные числа сопутствуют низкому содержанию жира. Так, напр., для популяции сои Старо-Украинской были получены следующие данные:

Таблица № 14

Осень холодная и сырая

% сырого жира	*Иодное число*
16,5	135
17,5	134
18,5	127
19,5	129
20,5	133
21,5	137
22,5	140

Таблица № 15

Осень теплая и сухая

% сырого жира	*Иодное число*
16,5	133
17,5	130
18,5	126
19,5	125
20,5	127
21,5	128
22,5	129

Впрочем, указанное наблюдение требует дальнейшей, более детальной проверки.

Таким образом, если путь, по которому мы идем, правильный (а мы не имеем оснований сомневаться в этом), то перед нами открывается широкая перспектива ускоренной селекции сои на качество масла, что имеет огромное значение для различных отраслей промышленности. Но мы выигрываем не только время, но и деньги, т. к. анализируем („на иодные числа") только то, что действительно нужно анализировать, а не подряд весь наличный материал. Простой арифметический расчет показал, что в условиях нашей лаборатории (прекрасно оборудованной и обладавшей высоко-квалифицированными сотрудниками) производство 10.000 определений иодных чисел, конечно, наряду с другими необходимыми анализами, потребовало бы не менее нескольких лет упорной работы и больших денежных средств. При использовании же открытой нами связи между содержанием жира и иодными числами и производстве анализа *выборочным* порядком—селекционное изучение партии семян в 10.000 образцов может быть закончено в течение одного года при затрате на эту работу сравнительно небольшой суммы. Экономия во времени и средствах так велика, а результаты так хороши, что об этом должен подумать каждый селекционер, работающий над выведением высококачественных сортов сои.

Установленная нами связь дала также возможность до известной степени контролировать доброкачественность анализируемого материала. Так, напр., в нашей лаборатории было произведено определение иодного числа у одного образца сои, при чем оно оказалось равным 144, далеко превысив теоретически возможное. При ближайшем осмотре образца выяснилось, что он несколько попорчен при хранении. После тщательного отбора и анализа вполне здоровых по внешнему виду зерен, иодное число снизилось до 141, но все-же превышало теоретически „допустимое". Оказалось, что часть зерен, оказавшихся здоровыми, была

испорчена внутри (в семядолях были обнаружены темные пятна). После вторичиого отбора, при чем каждое зерно разрезалось и осматривалось нами лично, иодное число оказалось равным 135, что совершенно соответствовало математическому прогнозу.

Мы видели, что зная процентное содержание жира, можно, в пределах некоторой ошибки, „предсказывать" высоту средних иодных чисел. Недостаточная точность этих „предсказаний" наталкивает на мысль, не связаны ли иодные числа с содержанием не только жира, но—косвенно—и других химических компонентов, составляющих организм зерна.

Действительно, наши исследования привели к выводу, что на высоту иодных чисел оказывает заметное влияние содержание в зерне сырого протеина, клетчатки и некоторых других веществ, при чем это влияние носит весьма постоянный характер, свидетельствующий о физиологической сущности данных корреляционных связей.

II. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ КЛЕТЧАТКИ И ИОДНЫМИ ЧИСЛАМИ

Зависимость между этими признаками показана в нижеследующей таблице:

Таблица № 16

Группа материала	n	r + mr	$\eta - m_\eta$
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	−0,37±0,14	0,70±0,08
Тоже 1931 г.	40	−0,29±0,13	0,59±0,04
Смесь различных образцов	147	−0,32±0,19	0,63±0,07
Тоже	296	−0,20±0,08	0,36±0,05
Тоже	1311	−0,28±0,12	0,38±0,07
Смесь популяций из Всеукраинского сортоиспытания	43	−0,31±0,14	0,45±0,08
Соя Старо-Украинская из различных районов Украины	29	−0,27±0,11	0,51±0,06
Чистые линии сои Старо-Украинской	187	−0,33±0,14	0,49±0,07
Чистые линии сои № 199	191	−0,30±0,13	0,63±0,09
Чистые линии сои № 199—Б	166	−0,26±0,10	0,47±0,05
Соя Старо-Укр., выросшая при разных приемах возделывания	38	−0,21±0,14	0,48±0,06

Таким образом, зависимость между содержанием клетчатки и иодными числами имеется налицо. В подавляющем большинстве случаев она носит линейный харакер [1]).

Таблица № 17

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Чистые линии сои № 199-Б . . .	166	1,4	Линейный
Смесь различных образцов . . .	296	1,6	"
Смесь популяции из Всеукраинского сортоиспытания 1931 г. . . .	43	1,6	"
Чистые линии сои Старо-Украинской	187	1,7	"
Чистые линии сои № 199	191	1,7	"
Смесь различных образцов	147	1,8	"
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания.	38	2,1	"
Соя Старо-Украинская из различных районов Украины	29	2,2	"
Популяции из сортоиспытания 1931 г.	40	2,2	"
Смесь различных образцов . . .	1311	2,4	"
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	2,9	Криволинейн.

Для иллюстрации возможности теоретического определения иодных чисел „по клетчатке“ приводим таблицу, составленную для группы из 296 образцов.

Таблица № 18

Содержание клетчатки в $^0/_0$	Средние иодные числа	
	Найденные эмпирически	Вычисленные по корреляционному уравнению.
4,0	129	129
4,5	126	128
5.5	125	128
5,5	126	127
6,0	126	126
6,5	124	126
7,0	124	125

[1]) Мы твердо убеждены в том, что в дальнейшем удастся установить единый тип для каждой связи и что разнохарактерность последней, иногда имевшая место у нас, вытекает из ограниченности числа наблюдений.

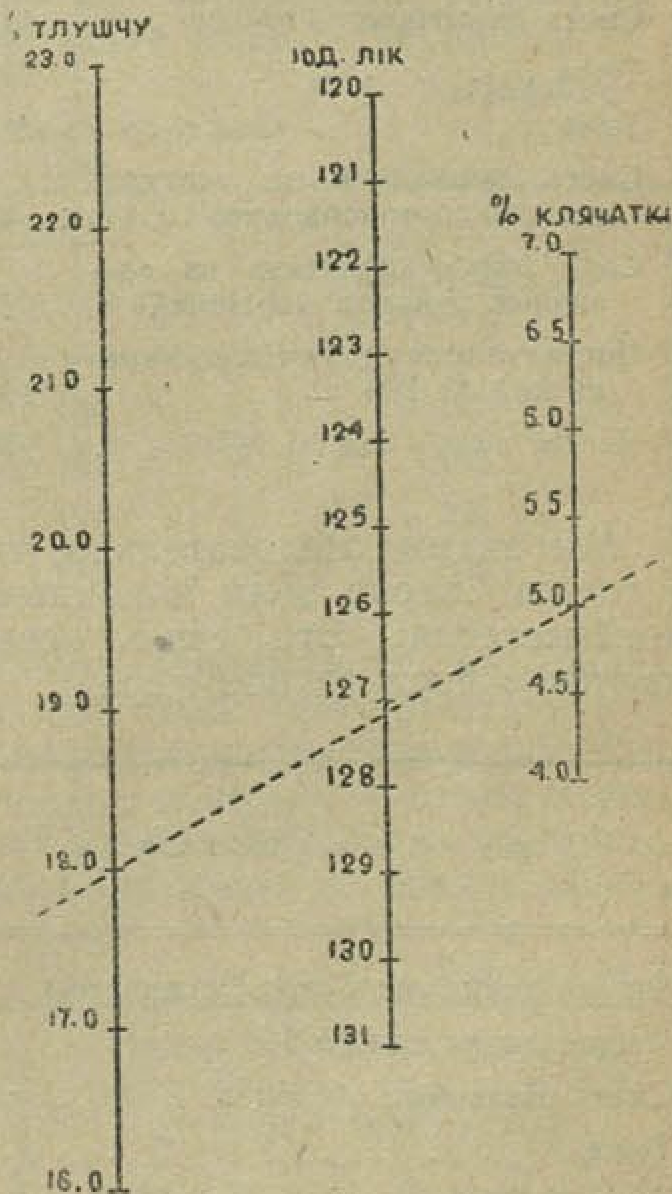
Значит, зная содержание в семенах сои клетчатки, можно приближенно определить высоту иодных чисел жира—вывод, представляющий несомненный интерес для селекционера-практика.

Применение для определения иодных чисел теории множественной корреляции

Если мы располагаем данными о процентном содержании в семенах сырого жира и клетчатки, то можне воспользоваться для определения иодных чисел (без прямого анализа) теорией множественной корреляции, т. е. находить высоту иодных чисел одновременно по двум косвенным признакам, сопряженным с иодными числами - содержанию а) жира и б) клетчатки. Разумеется, такого рода определения, в отношении точности, имеют значительные преимущества перед элементарным расчетом иодных чисел по какому-либо одному косвенному признаку (напр., по содержанию жира).

Помещаем номограмму, составленную для одной из созокупностей нашего материала и позволяющую вычислять иодные числа (с точностью ±3) по содержанию в семенах сырого жира и клетчатки в 80% случаев.

Чтобы определить, с помощью номограммы, иодное число, надо протянуть нитку между эмпирически найденными процентами жира и клетчатки, и отметить иодное число в точке пересечения нитки с „иодной ординатой". Напр., если процент жира в образце равен—18,0, а клетчатки—5,0, то вероятное среднее иодное число приблизительно равно 127 и т. д.[1])



Номограмма 1.

[1]) Повторяем, что эти числа, как и все остальные в статье, имеют абсолютное значение лишь для изученного нами материала.

III. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ЗОЛЫ И ИОДНЫМИ ЧИСЛАМИ

Сопряженность рассматриваемых признаков видна из нижеследующей таблицы:

Таблица № 19

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	$-0{,}35 \pm 0{,}15$	$0{,}45 \pm 0{,}10$
Тоже 1931 г.	40	$-0{,}19 \pm 0{,}17$	$0{,}48 \pm 0{,}08$
Тоже 1932 г.	59	$-0{,}29 \pm 0{,}14$	$0{,}48 \pm 0{,}12$
Тоже 1933 г.	57	$-0{,}21 \pm 0{,}13$	$0{,}49 \pm 0{,}10$
Смесь различных образцов	147	$-0{,}17 \pm 0{,}18$	$0{,}46 \pm 0{,}09$
Тоже	296	$-0{,}08 \pm 0{,}09$	$0{,}44 \pm 0{,}08$
Тоже	1311	$-0{,}09 \pm 0{,}07$	$0{,}49 \pm 0{,}11$
Смесь популяций из всеукраинского сортоиспытания 1931 г.	43	$-0{,}16 \pm 0{,}13$	$0{,}47 \pm 0{,}08$
Соя Старо-Украинская из различных районов Украины	29	$-0{,}22 \pm 0{,}19$	$0{,}44 \pm 0{,}06$
Чистая линия сои Старо-Украинской № 199	191	$-0{,}19 \pm 0{,}19$	$0{,}49 \pm 0{,}07$
Чистая линия сои № 199-Б	166	$-0{,}11 \pm 0{,}14$	$0{,}43 \pm 0{,}06$

Мы видим, следовательно, что связь между содержанием в соевом зерне золы и иодными числами математически доказывается. Эта связь невелика. Ее характер еще не изучен в достаточной мере[1]).

Таблица № 20.

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Чистая линия сои Старо-Украинской	187	2,9	Линейный
Чистая линия сои № 199	191	2,1	"
Смесь различных образцов	147	2,1	"
Тоже	1311	2,1	"
Тоже	296	2,1	"
Чистая линия сои № 199 Б	166	2,2	"
Смесь различных образцов	296	2,3	"
Смесь популяций из всеукр. сортоиспыт. 1931 г.	43	2,4	"

[1]) См. прим. на стр. 88.

Таблица № 20 (продолжение)

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытания 1930 г. .	40	2,6	Криволинейный
Тоже 1931 г.	40	2,6	"
Тоже 1932 г.	59	2,6	"
Тоже 1933 г.	57	2,8	"
Смесь различных образцов . . .	108	3,2	"
Тоже	217	3,2	"

Зная содержание в семенах сои золы, можно ориентировочно определить среднее значение иодных чисел:

Таблица № 21

Смесь различных образцов
n = 108

Содержание золы в %	Средние иодные числа	
	Найден эмпирич.	Вычисленные по коррел. урав.
4,25	129	127
4,75	124	125
5,25	127	126
5,75	125	125

В зависимости от свойств подопытного материала, определение иодных чисел „по золе" (с точностью ± 3), согласно нашим данным, удается производить в 60—90% случаев. Так как иодные числа, конечно, связаны теснее с содержанием жира, чем с содержанием золы, то применение теории множественной корреляции не дает в данном случае большого эффекта.

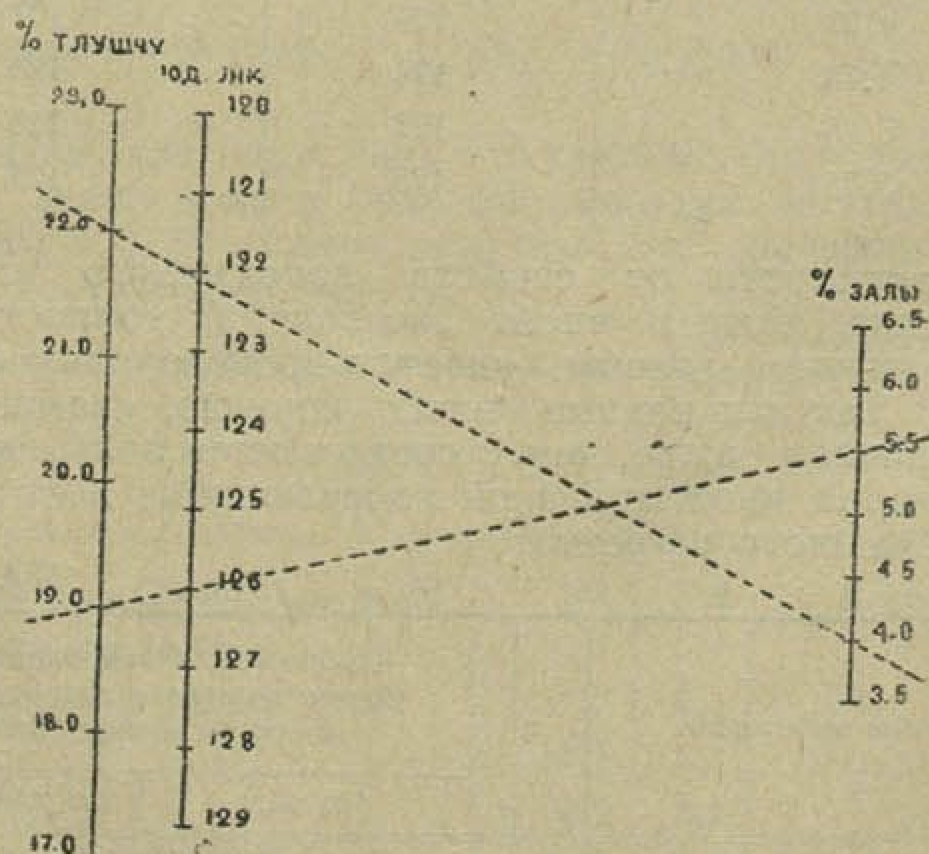
Таблица № 22

Группа материала	n	Процент случаев определения иодного числа с точностью ± 3 (в округленных числах)	
		По золе	По жиру и золе
Смесь различных образцов	296	63,0	69,0
Тоже	147	67,0	71,0
Тоже	1311	66,0	69,0

Таблица № 22 (продолжение).

Группа материала	n	Процент случаев определения иодного числа с точностью ± 3 (в округленных числах)	
		По золе	По жиру и золе
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания . .	38	90,0	96,0
Чистая линия сои Старо-Украинской	187	73,0	76,0
Чистая линия сои № 199 .	191	65,0	67,0
Чистая линия сои № 199-Б	166	69,0	73,0
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	80,0	82,0
Тоже 1931 г.	40	77,0	80,0
Тоже 1932 г.	59	64,0	68,0
Тоже 1933 г.	57	62,0	63,0

Номограмма для приблизительного определения иодных чисел „по жиру и золе“ имеет следующий вид [1]:



Номограмма 2.

[1]) Составлена для смеси образцов; n = 108.

Таблица № 23

IV. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ПРОТЕИНА И ИОДНЫМИ ЧИСЛАМИ

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Популяция из сортоиспытания 1930 г.	40	0,43±0,13	0,55±0,11
Тоже 1931 г.	40	0,36±0,16	0,61±0,13
Тоже 1932 г.	59	−0,40±0,14	0,52±0,10
Тоже 1933 г.	57	0,39±0,14	0,57±0,12
Чистая линия сои Старо-Укр.	187	−0,05±0,09	0,60±0,04
Чистая линия сои № 199	191	0,13±0,07	0,54±0,10
Чистая линия сои № 199—Б	166	−0,23±0,12	0,47±0,11
Смесь различных образцов	147	−0,31±0,11	0,50±0,13
Тоже	1311	0,37±0,14	0,49±0,10
Тоже	296	−0,42±0,10	0,56±0,11
Тоже	108	−0,09±0,10	0,54±0,07
Смесь популяций из Всеукраинского сортоиспытания 1931 г.	43	0,16±0,12	0,43±0,10
Соя Старо-Укр., выросшая при различных приемах возделывания	38	0,26±0,15	0,49±0,08

Данные, помещенные в таблице, говорят о наличии искомой связи. Характер последней носит хорошо выраженную криволинейность.

Таблица № 24

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Чистая линия сои № 199	191	2,8	Криволинейный
Популяции из сортоиспытан. 1932 г.	59	2,8	„
Смесь различных образцов	296	2,8	„
Тоже	147	2,8	„
Чистая линия сои № 199—Б	166	2,9	„
Чистая линия сои Старо-Украинской	187	3,0	„
Смесь различных образцов	1311	3,0	„
Популяции из сортоиспыт. 1930 г.	40	3,1	„
Тоже 1933 г.	59	3,2	„
Смесь различных образцов	217	3,3	„
Популяции из сортоиспытан. 1931 г.	40	3,3	„
„ из всеукр. сортоиспыт. 1931 г.	43	3,4	„
Смесь различных образцов	108	3,5	„

Если известно содержание в семенах протеина, то возможно с некоторым приближением определить средние значения иодных чисел.

Таблица № 25

Содержание протеина в %%	Средние иодные числа	
	Найденные эмпирически	Вычисленные по корреляционному уравнению
34,0	139	140
35,0	139	141
36,0	137	138
37,0	137	138
38,0	135	132
39,0	131	130
40,0	131	131
41,0	127	126
42,0	132	129
43,0	133	135
44,0	137	137

Если селекционер не имеет возможности сделать в лаборатории определения иодных чисел, то такой приближенный расчет может оказаться ему полезным.

V. КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА И ПРОТЕИНА

Во всех исследованных нами группах материала искомая связь носит хорошо выраженный линейный, притом отрицательный характер: чем выше содержание в зерне жира, тем ниже содержание протеина, и наоборот (см. табл. 26, 27 и 28 и диагр. 3) [1]):

---

[1]) В литературе встречаются указания на обратную зависимость между содержанием протеина и жира в зерне сои (см., напр., Woodhonse, E. I. and Taylar, C. S.—The varieties of soy bea found in Bengal, Bihar and Orissa and their commercial possibilties. India Dept Agr. Mem. Bot Ser. 5. 1913, 103—175. Fellers, C. R—Saybean oil: factors which influence its production and compos.tion. Iourn. Indus and Engin. Chem. 13, 1921, 689—691. Н. Н. Иванов, Об изменчивости и стабильности химического состава культурных растений. Труды по прик. ботанике, генетике и селекции. 20, 213, 1929.

Таблица № 26

Группа из 40 сортов

% сырого жира	*% сырого протеина*
17,1 — 18,5	41,6
18,6 — 20,0	40,0
20,1 — 21,5	37,6
21,6 — 23,0	35,5

Таблица № 27

Группа из 60 чистых линий

% сырого жира	*% сырого протеина*
18,1 — 18,5	42,9
18,6 — 19,0	41,8
19,1 — 19,5	40,8
19,6 — 20,0	40,0

Таблица № 28

Смесь 296 различных образцов

% сырого жира	*% сырого протеина*
16,5	43,5
17,5	42,6
18,5	42,6
19,5	40,6
20,5	40,1
21,5	38,7
22,5	37,2
23,5	36,0
24,5	34,0

Выразим рассматриваемую связь коэффициентами корреляции и корреляционным отношением:

Таблица № 29

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Смесь различных образцов .	296	$-0,58 \pm 0,04$	$0,69 \pm 0,03$
Тоже	147	$-0,59 \pm 0,09$	$0,68 \pm 0,05$
Тоже	108	$-0,52 \pm 0,10$	$0,66 \pm 0,02$
Тоже	1311	$-0,53 \pm 0,12$	$0,69 \pm 0,05$
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	$-0,56 \pm 0,11$	$0,60 \pm 0,10$

Таблица № 29 (продолжение)

Группа материала	n	r±mr	η±mη
Популяции из сортоиспыт. 1931 г.	40	—0,54±0,12	0,57±0,11
Тоже 1932 г. . . .	59	—0,60±0,10	0,70±0,09
Тоже 1933 г. . . .	57	—0,58±0,06	0,65±0,09
Чистая линия сои Старо-Украинской	187	—0,53±0,08	0,70±0,13
Чистая линия сои № 199 .	191	—0,64±0,07	0,71±0,11
Чистая линия сои № 199—Б .	116	—0,61±0,09	0,69±0,09
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания . .	38	—0,51±0,06	0,67±0,09
Соя Старо-Украинская из всеукраинского сортоисп. 1931 г.	29	—0,56±0,10	0,69±0,11

Таким образом, отрицательная линейная связь между содержанием жира и протеина во всех случаях математически доказана.

Применив, с целью проверки характера связи, меру линейности Blackman'а, получим:

Таблица № 50

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Чистая линия сои Старо-Украинской . .	187	0,1	Линейный
„ „ „ № 199	191	0,2	„
„ „ „ № 199-Б.	166	0,2	„
Популяции из сортоиспытания 1931 г. .	40	0,4	„
Тоже 1933 г.	57	0,6	„
Смесь различных образцов . . .	147	0,6	„
Популяции сортоиспытания 1932 г. . .	59	0,7	„
Смесь различных образцов . . .	296	0,8	„
Популяции из сортоиспытанная 1930 г. .	40	0,8	„
Смесь различных образцов	108	0,9	„
Соя Старо-Украинская из различных районов Украины	29	1,0	„
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания . .	38	1,2	„
Смесь различных образцов	1311	1,9	„

Определим, для примера, вероятное среднее значение протеина по данному значению жира в группе, состоящей из 296 образцов.

Таблица № 31

Содержание сырого жира в %%	Среднее содержание сырого протеина	
	Найденное эмпирически	Вычисленное по корреляционному уравнению
16,5	43,5	43,2
17,5	42,6	42,3
18,5	42,6	41,5
19,5	40,6	40,6
20,5	40,1	39,7
21,5	38,7	38,8
22,5	37,2	37,9
23,5	36,0	36,3
24,5	34,0	33,8

Математический расчет говорит о том, что находить вероятное среднее значение протеина „по жиру“ (с точностью $\pm$2,0%) можно в 70—80% случаев.

В целях проверки рассматриваемой связи, в нашей лаборатории был определен протеин в 4-х группах сортов, из которых первая группа содержала 16,1—18,0, вторая 18,1—20,0, третья 20,1—22,0 и четвертая 22,1—24,0% жира. Результаты анализа сведены в табл. 32 и вполне подтверждают обратную зависимость между интересующими нас признаками.

Таблица № 32

Содержание сырого жира в %%	n	Среднее содержание сырого протеина	Размах варьирования содержания сырого протеина
16,1—18,0	39	43,4	40,0—47,2
18,1—20,0	53	41,7	35,7—46,0
20,1—22,0	46	39,1	34,0-43,4
22,1—24,0	27	37,8	33,5—39,6

Из сказанного следует, что поиски высокобелковых образцов сои следует производить в *первую очередь* в той части селекционного материала, которая характеризуется низким содержанием жира. Эти вещества в организме зерна

являются, повидимому, антагонистами, благодаря чему вывести сорт сои, богатый одновременно жиром и белком, составит для селекционера не легкую (хотя все-же вполне разрешимую) задачу. Действительно, из многих тысяч образцов сои, проанализированных в нашей лаборатории, только в двух образцах содержание жира превышало 22,0% при содержании, в то-же время, протеина свыше 45,0%. Поэтому, при желании создать сорт, богатый обоими химическими компонентами, необходимо производить анализы возможно большего числа образцов, не считаясь с характером указанной выше связи; только при этих условиях можно наткнуться на отклонения (быть может мутационного характера), представляющие для селекционера выдающийся практический интерес.

Рассмотренная выше связь позволила нам найти образец сои, содержавший 52,0% протеина.

VI КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА И КЛЕТЧАТКИ, А ТАКЖЕ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА И ЗОЛЫ

Рассмотрим зависимость между содержанием в зерне сои первой пары указанных компонентов:

Таблица № 33

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	0,30±0,10	0,45±0,13
Тоже 1931 г.	40	0,35±0,14	0,49±0,12
Тоже 1932 г.	59	0,32±0,13	0,46±0,12
Тоже 1933 г.	57	0,29±0,11	0,44±0,10
Смесь различных образцов	147	0,30±0,14	0,43±0,09
Тоже	296	0,28±0,12	0,40±0,10
Тоже	108	0,34±0,13	0,46±0,11
Тоже	1311	0,31±0,12	0,41±0,08
Чистые линии сои Старо-Украинской	187	0,37±0,10	0,49±0,10
„ „ „ № 199	191	0,40±0,12	0,52±0,09
„ „ „ № 199-Б	166	0,39±0,11	0,48±0,10
Соя Старо-Укр., выросшая при различных приемах возделывания	38	0,36±0,13	0,43±0,07
Смесь популяции из Всеукраинского сортоиспытания	29	0,29±0,09	0,39±0,06

Таким образом, сопряженность наших признаков вполне доказана. Она не очень велика и носит чаще всего линейный характер [1]).

[1]) См. примечание на стр. 88.

Таблица № 3

Группа материала	n	$\frac{\Sigma\xi}{e}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытания 1931 г. .	40	0,4	Линейн.
Чистые линии сои № 199	191	0,4	"
" " " № 199-Б . . .	166	0,5	"
" " " Старо-Украинской . .	187	0,6	"
Смесь различных образцов	147	0,6	"
Популяции из сортоиспытания 1930 г. .	40	0,6	"
Тоже 1933 г.	57	0,6	"
Смесь различных образцов . . .	296	0,8	"
Тоже	108	1,8	"
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания . .	38	1,9	"
Смесь популяций из Всеукраинского сортоиспытания 1931 г.	29	2,5	"
Смесь различных образцов . . .	1311	2,6	Кривол.

Отсюда, с помощью корреляционного уравнения, не трудно находить среднее значение клетчатки по данному значению жира.

Таблица № 35

Содержание сырого жира в % %	Среднее содержание клетчатки в % %	
	Найденное эмпирически	Вычисленное по корреляционному уравнению
15,0	5,0	5,0
16,0	5,0	4,9
17,0	5,0	4,8
18,0	5,3	5,3
19,0	5,3	5,6
20,0	5,5	5,3
21,0	5,9	5,8

Значит, располагая данными о содержании в зерне жира, селекционер может ориентировочно расчитать и содержание клетчатки. Во многих случаях такой расчет очень точно совпадает с действительностью.

Пользуясь указанной связью, мы без особого труда нашли образцы сои, содержащие всего около 3,0% клетчатки (вместо 5,5% в среднем).

Зависимость между содержанием жира и золы выражена в следующей таблице [1]):

Таблица № 36

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Чистые линии сои Старо-Украинской	187	0,13±0,07	0,32±0,06
Чистые линии сои № 199	191	0,41±0,16	0,56±0,09
Чистые линии сои № 199-Б . . .	166	0,25±0,11	0,67±0,08
Смесь различных образцов	147	0,06±0,06	0,42±0,10
Тоже	108	0,57±0,17	0,66±0,11
Тоже	296	0,40±0,15	0,59±0,12
Тоже	1311	0,10±0,14	0,54±0,10
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания	38	0,13±0,10	0,41±0,08
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	0,25±0,15	0,53±0,13
Тоже 1931 г.	40	0,56±0,12	0,66±0,07
Тоже 1932 г.	59	0,17±0,11	0,70±0,12
Тоже 1933 г.	57	0,32±0,14	0,50±0,09
Соя Старо-Украинская из различных районов Украины	29	0,53±0,16	0,94±0,03

Цифры говорят о несомненном наличии искомой связи. Она носит линейный характер.

Таблица № 37

Группа материалов	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Чистые линии сои № 199	191	0,2	Линейный
Чистые линии сои № 199-Б . . .	166	0,4	„
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	0,5	„
Чистые линии сои Старо-Украинской.	187	0,7	„
Популяции из сортоиспытания 1932 г	59	0,7	„
Тоже 1933 г.	57	1,6	„
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания	38	1,6	„
Смесь различных образцов	296	1,6	„
Популяции из сортоиспытания 1931 г.	40	2,0	„
Смесь различных образцов . . .	147	2,0	„
Тоже	296	2,0	„
Тоже	1311	2,3	„
Смесь популяции из Всеукраинского сортоиспытания	43	2,5	„

1) Надо отметить, что установление зависимости между содержанием компонентов, одним из которых является зола, нередко затрудняется, повидимому, вследствие ограниченности числа наблюдений.

Теоретическое определение среднего содержания жира по данному содержанию золы (или наоборот) удается производить иногда довольно точно:

Таблица № 38

Содержание золы в $^0/_0$%	Среднее содержание сырого жира в процентах	
	Найденное эмпирически	Вычисленное по корреляционному уравнению
5,25	17,4	17,1
5,50	17,2	17,5
5,75	18,4	18,1
6,00	18,7	18,6

Практически использовать указанные связи можно в тех случаях, когда является необходимым выделить, для последующего детального анализа в лаборатории, группы материала, содержащие желательные количества клетчатки или золы. Совершенно очевидно, что предварительное выделение таких групп путем математического расчета крайне ускорит и удешевит нахождение ценных образцов.

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ПРОТЕИНА И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ВЕЩЕСТВ

Связь между содержанием протеина и безазотистых экстрактивных веществ

По этому вопросу мы, к сожалению, располагаем незначительными данными.

Таблица № 39

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Чистые линии сои № 199	66	−0,89±0,06	0,91±0,03
Чистые линии сои № 199-Б . . .	34	−0,67±0,13	0,84±0,06
Чистые линии сои Старо-Украинской	43	−0,49±0,14	0,82±0,06
Смесь различных образцов . . .	148	−0,80±0,03	0,81±0,03
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	−0,28±0,13	0,83±0,04
Тоже 1931 г.	40	−0,35±0,10	0,79±0,08
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания	38	−0,41±0,10	0,84±0,10

Повидимому рассматриваемая связь довольно велика.

Во всех исследованных случаях она носит линейный характер:

Таблица № 40

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Чистые линии сои № 199	66	0,7	Линейный
Чистые линии сои № 199-Б . . .	34	0,9	"
Смесь различных образцов . . .	148	1,7	"
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	1,7	"
Тоже 1931 г.	40	1,7	"
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания	38	2,3	"
Чистые линии сои Старо-Украинской	43	2,5	"

Таблица № 41

Связь между содержанием протеина и клетчатки

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Чистые линии сои Старо-Украинской	123	−0,11±0,10	0,48±0,04
Чистые линии сои № 199	86	−0,23±0,06	0,61±0,11
Чистые линии сои № 199-Б . . .	81	−0,09±0,03	0,43±0,02
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	−0,65±0,09	0,86±0,04
Тоже 1931 г.	40	−0,39±0,06	0,52±0,10
Тоже 1932 г.	59	−0,06±0,01	0,33±0,07
Тоже 1933 г.	57	−0,58±0,12	0,66±0,12
Смесь различных образцов . . .	147	−0,60±0,14	0,79±0,11
Тоже.	173	−0,26±0,07	0,43±0,05
Тоже	296	−0,29±0,09	0,51±0,12
Тоже.	811	−0,31±0,12	0,44±0,09
Смесь популяций из Всеукраинского сортоиспытания	43	−0,65±0,10	0,82±0,11
Соя Старо-Украинская, выросшая при разных приемах возделывания .	38	−0,30±0,13	0,43±0,07

Связь вполне доказана, тип ее линейный, но нашелся и резко выраженный криволинейный [1]).

[1]) См. примечание на стр. 88.

Таблица № 42

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Чистые линии сои № 199-Б . . .	81	0,9	Линейный
Популяции из сортоиспытания 1932 г.	59	1,0	"
Смесь популяций из Всеукраинского сортоиспытан.	43	1,2	"
Популяции из сортоиспытания 1933 г.	57	1,3	"
Смесь различных образцов	147	1,4	"
Чистые линии сои Старо-Украинской	123	1,6	"
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	1,6	"
Смесь различных образцов . . .	296	1,8	"
Смесь популяций из Всеукраинского сортоиспытания	43	1,9	"
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания	38	2,4	"
Чистые линии сои № 199	86	2,4	"
Популяции из сортоиспытания 1931 г.	40	2,4	"
Смесь различных образцов . . .	811	3,7	Криволин.

Значение этой связи в селекционном отношении чрезвычайно велико, ввиду необходимости создать для пищевой промышленности сорта одновременно богатые протеином и бедные клетчаткой. Поэтому окончательное выяснение типа связи между содержанием указанных веществ составляет неотложную задачу.

Таблица № 43

Связь между содержанием протеина и золы

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$
Чистые линии сои Старо-Украинской	82	$-0,32 \pm 0,14$	$0,67 \pm 0,11$
Чистые линии сои № 199	49	$-0,14 \pm 0,08$	$0,52 \pm 0,10$
Чистые линии сои № 199-Б . . .	50	$0,36 \pm 0,15$	$0,49 \pm 0,07$
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	$-0,17 \pm 0,09$	$0,42 \pm 0,09$
Тоже 1931 г.	40	$0,33 \pm 0,12$	$0,61 \pm 0,11$
Тоже 1932 г.	59	$0,22 \pm 0,13$	$0,47 \pm 0,10$
Тоже 1933 г.	57	$-0,19 \pm 0,08$	$0,50 \pm 0,06$
Смесь различных образцов . . .	147	$0,30 \pm 0,13$	$0,42 \pm 0,09$
Тоже.	173	$-0,04 \pm 0,08$	$0,36 \pm 0,06$
Тоже.	615	$-0,13 \pm 0,11$	$0,30 \pm 0,05$
Смесь популяции из Всеукраинского сортоиспытания	43	$0,24 \pm 0,10$	$0,44 \pm 0,07$
Соя Старо-Украинская, выросшая при различных приемах возделывания	38	$0,18 \pm 0,08$	$0,35 \pm 0,06$

Из таблицы видно, что коэффициенты корреляции несут различные знаки и очень невысоки. Что касается корреляционного отношения, то оно доказано во всех случаях. Связь между рассматриваемыми признаками, в тех случаях, когда ее удается обнаружить (см. примечание на стр. 88), носит линейный характер:

Таблица № 44

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытания 1931 г.	40	1,0	Линейный
Смесь популяций из Всеукраинского сортоиспытания	43	1,2	„
Чистые линии сои № 199	49	1,3	„
Чистые линии сои № 199-Б . . .	50	1,3	„
Популяции из сортоиспытания 1933 г.	57	1,4	„
Соя Старо-Украинская, выросшая при разных приемах возделывания .	38	1,5	„
Смесь различнных образцов . . .	173	1,5	„
Чистые линии сои Старо-Украинской	82	1,7	„
Тоже	615	2,4	„
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	2,4	„
Тоже 1932 г.	59	2,4	„

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ЖИРА И ЛЕЦИТИНА, А ТАКЖЕ МЕЖДУ СОДЕРЖАНИЕМ ПРОТЕИНА И ЛЕЦИТИНА

Согласно мнению Стоклаза, содержание лецитина в семенах тем выше, чем богаче они белком. Не оспаривая этого взгляда, отметим лишь, что в пределах вида glycine hispida max. содержание в семенах лицитина тесно связано с содержанием не только протеина, но и жира и некоторых других веществ.

Таблица № 45

I. Сопряженность содержания жира и лецитина

n = 40

%% сырого жира	%% лецитина	
	1930 г.	1931 г.
14,5	—	2,15
15,5	—	2,25
16,5	—	2,32
17,5	2,05	2,32

Таблица № 45 (продолжение).

I. Сопряженность содержания жира и лецитина
n = 40

%% сырого жира	%% лецитина	
	1930 г.	1931 г.
18,5	2,12	2,28
19,5	2,16	2,38
20,5	2,25	2,15
21,5	2,14	—
22,5	2,35	—

Связь между интересующими нас компонентами, повидимому, доказывается, причем она носит линейный характер (правда, незначительный материал, имеющийся в нашем распоряжении, не дает нам права делать окончательные выводы).

Таблица № 46

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$	$\frac{\xi}{\Sigma_\xi}$	Характер связи
Популяции из сортоисп. 1930 г. . .	40	0,52—0,12	0,68—0,11	1,8	Личейный
Те-же популяции из сортоисп. 1931 г. .	40	0,07—0,14	0,39—0,12	1,9	"

Если наши предварительные выводы подтвердятся, то поиски ультра-лецитинных образцов сои должны будут производиться, в первую очередь, в той части материала, которая обладает высоким содержанием жира.

Точность теоретического определения лецитина „по жиру" видна из следующей таблицы:

Таблица № 47

Содержание сырого жира в %%	Среднее содержание лецитина в %%	
	Найденное эмпирически	Вычисленное по корреляционному уравнению
17,0	2,06	2,05
18,0	2,11	2,02
19,0	2,16	2,16
20,0	2,21	2,18
21,0	2,25	2,19
22,0	2,30	2,30

Расчет показал, что в нашей группе материала теоретическое определение лецитина „по жиру“ (с точностью $\pm$ 0,2%) возможно в 70% случаев.

Таблица № 48

II. Сопряженность содержания протеина и лецитина

$n = 40$

%% сырого протеина	%% лецитина	
	1930 г.	1931 г.
36,0	2,22	2,15
38,0	2,16	2,25
40,0	2,22	2,26
42,0	2,13	2,28
44,0	2,07	2,32
46,0	2,05	2,10

Искомая связь доказывается. Характер ее пока неясен.

Таблица № 49

Группа материала	n	$r \pm m_r$	$\eta \pm m_\eta$	$\frac{\xi}{\Sigma_\xi}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытан. 1930 г.	40	$-0{,}13 \pm 0{,}14$	$0{,}36 \pm 0{,}11$	2,2	Линейный
Те-же популяции из сортоиспыт. 1931 г.	40	$-0{,}25 \pm 0{,}16$	$0{,}49 \pm 0{,}13$	27	Криволин.

Если, как мы указали, теоретическое определение лецитина „по жиру“ (с точносью $\pm 0{,}2\%$) возможно в 70% случаев, то, применив теорию множественной корреляции, легко повысить этот процент до 90—93 (см. номогр. 3).

Вскользь отметим заметную связь между содержанием лецитина и клетчатки ($r \pm m_r = 0.32 \pm 0.15$; $\eta \pm m_\eta = 0.55 \pm$ ± 0.11), а также связь между содержанием лецитина и йодными числами жира ($r \pm m_r = 0.50 \pm 0.16$; $\eta \pm m_\eta = 0.53 \pm$ ± 0.12) [1].

В заключение укажем типы некоторых связей, о которых мы выше не упоминали. Подробный разбор их с указанием новых данных мы откладываем до будущей нашей работы.

---

[1]) n в обоих случаях = 40.

Таблица № 50

I. Тип связи между содержанием жира и безазотистых экстрактивных веществ

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	0,3	Линейный
Тоже 1933 г.	57	0,4	„
Чистые линии сои № 199-Б	34	0,4	„
Чистые линии сои Старо-Украинской	43	0,6	„
Чистые линии сои № 199	66	0,7	„
Популяции из сортоиспытания 1932 г.	59	1,2	„
Смесь различных образцов	103	1,6	„
Популяции из сортоиспытания 1931 г.	40	1,8	„
Смесь различных образцов	149	2,0	„

Таблица № 51

II. Тип связи между содержанием безазотистых экстрактивных веществ и клетчатки

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Чистые линии сои № 199	66	0,8	Линейный
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	1,2	„
Чистые линии сои № 199-Б	34	1,4	„
Популяции из сортоиспытания 1933 г.	57	1,5	„
Смесь различных образцов	103	1,8	„
Чистые линии сои Старо-Украинской	43	1,8	„
Популяции из сортоиспытания 1932 г.	59	1,9	„
Тоже 1931 г.	40	2,4	„
Смесь различных образцов	149	2,4	„

Таблица № 52

III. Тип связи между содержанием безазотистых экстрактивных веществ и золы

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma\xi}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытания 1933 г.	57	0,8	Линейный
Тоже 1930 г.	40	0,9	„
Чистые линии сои № 199	66	1,3	„

Таблица № 52 (продолжение)

III. Тип связи между содержанием безазотистых экстрактивных веществ и золы

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma_{\xi}}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытания 1932 г.	59	1,4	Линейный
Чистые линии сои № 199-Б	34	1,6	„
Популяции из сортоиспытания 1931 г.	40	1,8	„
Смесь различных образцов	149	2,0	„
Тоже	103	2,4	„
Чистые линии сои Старо-Украинской	43	2,5	„

Таблица № 53

IV. Тип связи между содержанием клетчатки и золы [1])

Группа материала	n	$\frac{\xi}{\Sigma_{\xi}}$	Характер связи
Популяции из сортоиспытания 1930 г.	40	0,8	Линейный
Чистые линии сои № 199-Б	34	1,0	„
Чистые линии сои Старо-Украинской	43	1,3	„
Чистые линии сои № 199	66	1,3	„
Популяции из сортоиспытания 1932 г.	59	1,5	„
Тоже 1931 г.	40	1,7	„
Тоже 1933 г.	57	2,1	„
Смесь различных образцов	103	2,2	„
Тоже	149	2,3	„

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Селекционер, разыскивающий в безбрежном море своего материала высококачественные образцы сои, напоминает человека, перебирающего пальцами песок в надежде найти золотые крупинки. Он ищет наощупь, втемную, стараясь охватить анализом возможно большую часть материала, без твердой уверенности в успехе. Отсюда частые неудачи, разочарования, длительность селекционного процесса и высокая стоимость работы.

[1]) См. примечание на стр. 88.

Наш небольшой опыт говорит о том, что первичный отбор образцов сои может быть построен по-иному, более рационально и научно. Для этого следует воспользоваться связями, об'единяющими различные химические вещества (и их свойства) в стройный организм зерна. Эти связи дают возможность широко применять метод предварительного выделения более ценного материала, благодаря чему последующая аналитическая работа ускоряется и обычно дает нужные результаты.

Настоящая работа является лишь небольшим экскурсом в практически важную область корреляционных зависимостей в зерне.

Во многих случаях мы были принуждены опираться на недостаточно обширный материал; поэтому наши выводы не всегда твердо обоснованы, а некоторые, быть может, окажутся в дальнейшем ошибочными. Недостаточная разработанность теории корреляции также не могла не отразиться на результатах наших исследований.

Совершенно понятно, что разнообразные числовые показатели, установленные нами, имеют значение лишь для того материала, которым мы располагали. Они будут иными для другого материала, или того-же, но сложившегося в других условиях. Однако это касается только *степени*, но не *типов* связи, так как последние, повидимому, весьма стойко сохраняются у самых разнообразных групп подопытного материала. Так, напр., криволинейность связи между содержанием жира, а также протеина и иодными числами была обнаружена у всех исследованных популяций и чистых линий сои, независимо от условий их произрастания. Не менее устойчивой оказалась отрицательная линейная связь между содержанием жира и протеина и т. д. Встречаются стойкие связи, стоящие как-бы на грани прямо- и криволинейной. Это удивительное постоянство типов связи (по крайней мере наиболее нами изученных) позволяет селекционеру, после небольшой ориентировочной „разведки" в *своем* материале, уверенно приступить к поискам ценных образцов сои.

Мы отдаем себе ясный отчет в том, что факты, которые нам удалось собрать и несколько сгруппировать, ничего не „об'ясняют". Действительно, мы только описали явления, подмеченные при изучении сои, которыми, как мы думаем, следует воспользоваться в практической селекции. Что касается *причин* этих явлений, то о них мы пока, к сожалению, ничего не знаем. Поэтому можем лишь выразить пожелание, чтобы биохимики, физиологи и генетики занялись их изучением, т. к. познание движущих сил организма, строющего те или иные соотношения в количестве или качестве химических веществ, может дать нам

возможность создавать новые, притом более ценные связи, обычно не встречающиеся в природе.

Наконец, позволим себе высказать мысль, что корреляционные связи, обнаруженные нами у сои, должны иметь широкое значение и у других растений. Поэтому проверка наших выводов и на других об'ектах могла-бы принести значительную пользу селекции.

Дополнение
к статье П. П. Бордакова

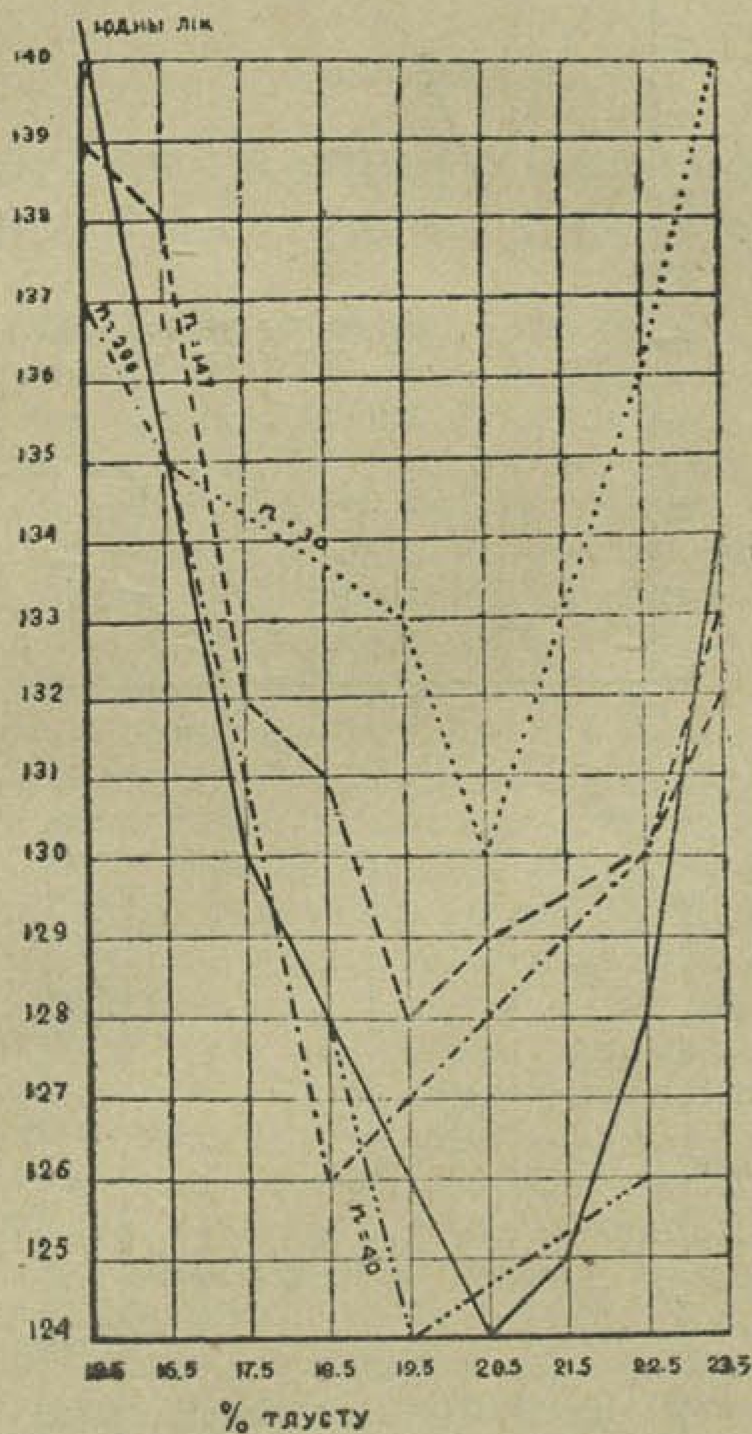


Диаграмма 1.

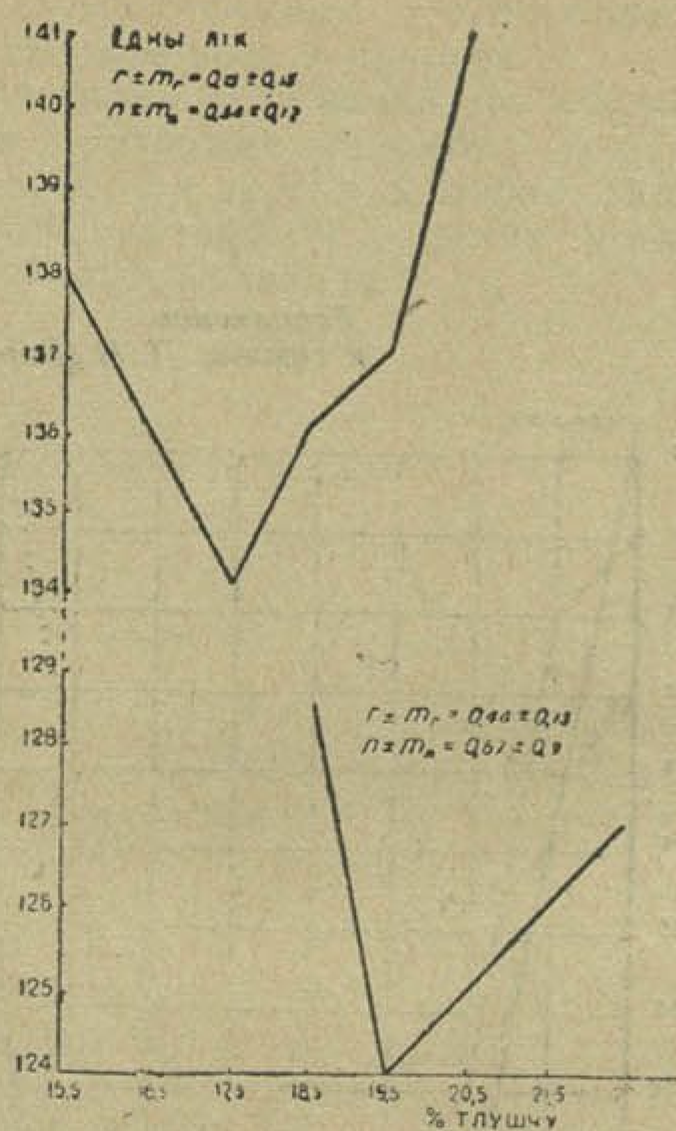


Диаграмма 2.

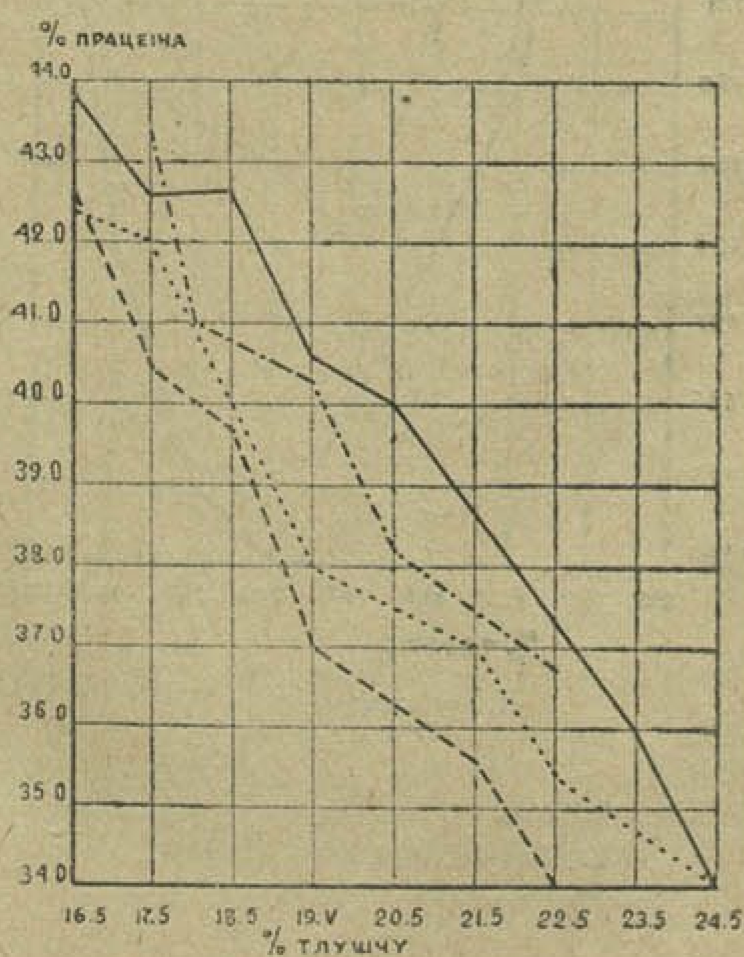


Диаграмма 3.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28, 1935 г.

Е. М. ЗУБКОВІЧ

ДА ПЫТАННЯ АБ РАЗВІЦЦІ І МАРФАЛОГІІ ГРУДЗІНЫ Ў ЧАЛАВЕКА І DIDELPHYS

Rathke (1838, 1853) устанавіў, што грудзіна ў Amniota закладаецца ў выглядзе двух зусім аддзеленых адна ад адной бакавых палосак, пры гэтым Rathke казаў, што гэтыя бакавыя грудзінныя палоскі з'яўляюцца прадуктам зліцця вентральных канцоў грудных рэбраў. Погляд Rathke на рэбравае паходжанне грудзіны ў Amniota быў прыняты многімі даследчыкамі (Parker—1868, Goette—1875, 1877, K. Hoffmann—1879, Kölliker—1879, Ruge—1888, Charlotte Müller—1906, A. Stöckli—1922 і інш.), якія вывучалі эмбрыёны розных прадстаўнікоў Amniota, але ў наш час гэты погляд выклікае вялікія сумненні, бо з боку некаторых, больш позных даследчыкаў, былі зроблены сур'ёзныя пярэчанні супроць прызнання рэбравага паходжання грудзіны. Не гледзячы на гэтыя пярэчанні, погляд Rathke ўсёж-такі да нашага часу лічыцца не толькі не адкінутым, але застаецца ўсё яшчэ пануючым.

Наколькі пытанне аб паходжанні грудзіны з'яўляецца яшчэ спрэчным, відаць з наступных вельмі неазначальных заключэнняў, якія Goodrich (1930) зрабіў на падставе прац розных аўтараў аб грудзіне. Так Goodrich піша, што сапраўдная грудзіна Amniota парнага паходжання і цесна зліваецца з вентральнымі канцамі рэбраў, *калі не сапраўды паходзіць ад рэбраў*, што грудзіна сучасных амфібій, *магчыма*, той-жа прыроды і становіцца другарадна ізаляванай з прычыны рэдукцыі рэбраў, што плечавы пояс, *магчыма, садзейнічаў мала, ці зусім не садзейнічаў* развіццю грудзіны.

Bruch (1852), у процілегласць думцы Rathke, казаў, што грудзіна ўтвараецца самастойна і толькі пасля свайго залажэння сутыкаецца з вырастаючымі рэбрамі. Paterson (1900), на падставе вывучэння ранніх стадый развіцця грудзіны ў зародкаў чалавека і пацука, таксама прышоў да вываду, што грудзіна з'яўляецца ўтварэннем, якое закла-

даецца самастойна, і што найбліжэйшыя яе адносіны да рэбраў другараднага паходжання. Кравец (1905), які вывучаў развіццё грудзіны ў свінні, прышоў да пераканання, што грудзінныя палоскі ўваходзяць у больш цесныя суадносіны з рэбрамі толькі ў меры дыферэнцыяцыі тканак палосак у храсток, і на пэўнай стадыі развіцця рэбравыя храсткі могуць часова зусім зліваца з ахрасткавелай тканкай грудзіны. Адсюль Кравец робіць вывад, што папярэднія даследчыкі прыйшлі да заключэння аб рэбравым паходжанні грудзіны ў Mammalia таму, што яны не прынялі пад увагу мезенхіматознай стадыі развіцця грудзінных палосак, якія ў мезенхіматозным стане альбо рэзка адгранічаны ад рэбраў, альбо рэбры зусім не даходзяць да іх.

Hanson (1919) лічыць грудзіну ўтварэннем першарадным, якое ўзнікла ў сувязі з плечавым поясам ва ўсіх класах хрыбетнікавых, у той час, як некаторыя марфолагі грудзіне Anamnia прыпісвалі каракоіднае паходжанне, а грудзіне Amniota—рэбравае паходжанне.

У процілегласць думцы Hanson'а, які даводзіў каракоіднае паходжанне грудзіны ў Mammalia, Hommes (1924) кажа, што парныя грудзінныя палоскі ў Mammalia закладаюцца незалежна не толькі ад рэбраў, але і ад каракоіда і ключыцы. Van Geldern C. (1922), на падставе наглязанняў над развіццём грудзіны ў Ovis і Sus, прыходзіць да вываду, што кожная грудзінная палоска складаецца з краніяльнай, самастойна ўтворанай часткі і каўдальнай часткі, утворанай дзякуючы рэбрам. Gladstone and Wakeley (1932), на падставе сваіх назіранняў над развіццём грудзіны ў мышы, труса і чалавека, сцвярджаюць, што грудзінныя палоскі і episternal'ныя ўтварэнні паходзяць незалежна ад рэбраў.

Незалежнае паходжанне грудзіны ад рэбраў Benians (1909) спрабуе абгрунтаваць тым фактам, што ў некаторых чалавечых суб'ектаў, у якіх ад нараджэння не было некаторых рэбраў, грудзіна ўсё-ж развівалася нармальна, але гэта абгрунтаванне Benians'а не можа быць прызнана за пераконваючае, бо нельга меркаваць аб стадыях развіцця, а значыць і аб паходжанні органа па дэфінітыўным яго стане.

Вывучэнне развіцця грудзіны ў іншых класаў Amniota прывяло некаторых аўтараў таксама да адмаўлення рэбравага паходжання грудзіны. Так Bogoljubski (1914) і van Geldern (1922), якія вывучалі развіццё грудзіны ў яшчарак (Lacerta muralis, L. vivipara, L. agilis), прыходзяць да заключэння, што грудзінныя мезенхіматозныя пласцінкі развіваюцца незалежна, без ніякага ўдзелу рэбраў і, што пасля таго, як рэбры дасягнуць прахандральнай стадыі, зліццё рэбраў з грудзіннымі пласцінкамі адбываецца паслядоўна, пачынаючы з першага груднога рабра. Падобныя-ж карціны

паслядоўнага зліцця рэбраў з грудзіннымі пласцінкамі апісалі таксама Goette ў амерыканскай яшчаркі Cnemidophorus і Mary Juhn (1923) у Lacerta, але Mary Juhn не згаджаецца з вывадамі Багалюбскага і van Geldern на падставе сваіх нагляданняў над больш раннімі стадыямі, у якіх яна знаходзіла непарыўнае злучэнне мезенхіматозных рэбраў з грудзіннымі пласцінкамі.

Kalin (1929) таксама кажа, што ў Alligator mississipiensis на самых ранніх стадыях развіцця грудзіны ніякія рэбравыя ўтварэнні не знаходзяцца ў непарыўным злучэнні з парнымі мезенхіматознымі грудзіннымі палоскамі. Да падобных-жа вывадаў аб нярэбравым паходжанні грудзіны прыйшлі Hommes, Gladstone and Wakeley ў выніку сваіх нагляданняў над развіццём грудзіны ў птушак. Толькі Kopfli (1918) лічыць, што рэбры з'яўляюцца прычынай утварэння грудзіны ў птушак, але паводле яго-ж апісання, грудзінныя палоскі развіваюцца незалежна ад рэбраў і толькі пасля зліваюцца з другімі палоскамі, утворанымі пашырэннем тканкі на вольных канцах рэбраў, а таму нагляданні Kopfli скарэй гавораць за другарадны ўдзел рэбраў ва ўтварэнні грудзіны ў птушак, а не за першараднае рэбравае паходжанне грудзіны.

Мае нагляданні над многімі, раннімі стадыямі развіцця грудзіны ў чалавека прымушаюць мяне далучыцца да тых даследчыкаў, якія прызнаюць незалежнае ад рэбраў паходжанне грудзіны. Але калі, на падставе паданых вышэй даследванняў, думку аб нярэбравым паходжанні грудзіны ў Amniota можна лічыць за заслугоўваючую прызнання, то ўзнікае для вырашэння не менш цяжкае пытанне аб тым, што іменна дало пачатак утварэння грудзіны ў Amniota і ў прыватнасці ў Mammalia. Паданая вышэй думка Hanson'а аб каракоідным паходжанні грудзіны ў Mammalia, а таксама спроба Багалюбскага вывесці грудзіну Reptilia ад каракоідаў, а не ад рэбраў, паказвае на тое, што вырашаць пытанне аб паходжанні грудзіны неабходна не толькі ў сувязі з развіццём рэбраў, але таксама і ў сувязі з развіццём плечавога пояса, для чаго лепш за ўсё вывучаць эмбрыёны такіх жывёл, у якіх мацней развіта вентральная частка плечавога пояса, напрыклад у Marsupialia. Хоць у мяне была ўсяго толькі адна, не вельмі ранняя стадыя Didelphys sp., але параўнанне нават гэтай адной стадыі з даследванымі мною раннімі, эмбрыянальнымі стадыямі развіцця грудзіны ў чалавека дае падставу зрабіць некаторыя вывады на карысць думкі Hanson'а, супроць якой пярэчаць іншыя даследчыкі адносна каракоіднага паходжання грудзіны ў Mammalia.

Для паспяховага вырашэння пытання аб паходжанні таго ці іншага органа мала знайсці падабенства ў адных толькі

паасобных статычных адзнаках, але неабходна таксама шукаць падабенства і ў самых працэсах развіцця, а таму развіццё грудзіны павінна вывучацца ў розных жывёл з рознымі дапасавальнымі функцыямі на радзе вельмі блізкіх, паслядоўных мезенхіматозных стадый, пачынаючы са стадый з вельмі раннімі закладкамі грудзінных палосак і вентральнай часці плечавога пояса. Прымаючы пад увагу, што многаадменнасць дапасавальных функцый у Mammalia, непарыўна звязанае са зменамі ў пабудове вентральнай часці плечавога пояса і грудзіны, мае тое ці іншае сваё выражэнне і ў эмбрыянальных працэсах развіцця грудзіны ў іх, у выніку чаго рашэнне пытання аб паходжанні данага органа на падставе антагенетычнага развіцця робіцца надзвычайна цяжкім, пры даследванні неабходна звярнуць асаблівую ўвагу на ўсё тое, што ў эмбрыянальнай пабудове органа і ў працэсах развіцця яго будзе з'яўляцца агульным для зародкаў данай сістэматычнай групы і груп, якія стаяць ніжэй.

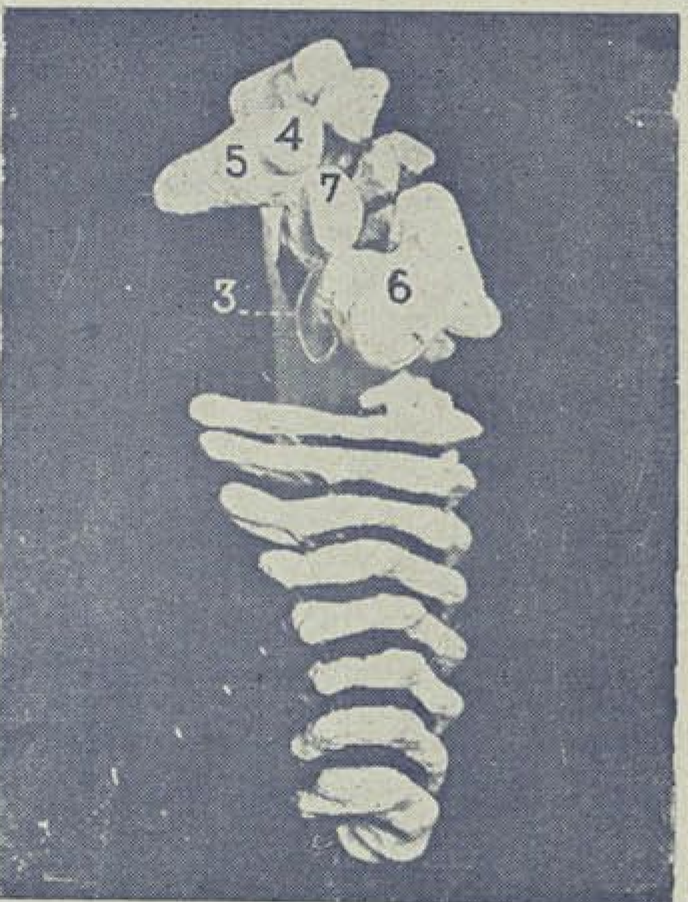
Гэта *агульнае* павінна быць паказчыкам прымітыўных, старажытных рыс у пабудове і развіцці вывучаемага органа, якія могуць даць ключ да правільнага вырашэння пытанняў, а ўсе тыя асаблівасці, якія сустракаюцца ў зародкаў толькі некаторых груп Mammalia, павінны разглядацца як адхіленні ад агульнага ходу развіцця, частку якіх можна лічыць як вынік прыстасавання да вакольнага асяроддзя. Гэтыя частковыя нованабыванні не могуць мець рашаючага значэння пры высвятленні пытання аб паходжанні органаў, але пры гэтым, вядома, трэба ўлічваць тое, што гэтыя частковыя адхіленні могуць у той ці іншай ступені адбівацца на змене агульных старажытных рыс.

Тое апісанне развіцця грудзіны ў Didelphys і чалавека, якое даецца ніжэй, з'яўляецца спробай падыйсці да вывучэння пытання аб паходжанні грудзіны ў вышэйшых Mammalia з вышэйпаказанага пункту гледжання. Для свайго даследвання я скарыстаў сагітальныя серыі (таўшчынёй 15 μ) з калекцыі праф. Лебёдкіна, за што я і выказваю яму вялікую падзяку.

ЗАРОДАК DIDELPHYS SP.

Даўжыня зародка на шкле—8 мм. Аб узросце зародка могуць сведчыць і яшчэ наступныя адзнакі: 1) хваставая кішка ў выглядзе кароткага адростка, 2) не зусім падзеленая клаака, 3) наяўнасць ножкі гіпофіза, якая знаходзіцца напярэдадні разрыву, 4) прарыў усіх трох поўкружных каналаў, завіток уліткі ў поўабарота і г. д. Апрача таго scapula і humerus з'яўляюцца храстковымі, хрыбетнікавыя часткі рэбраў складзены з маладога храстка, які паступова

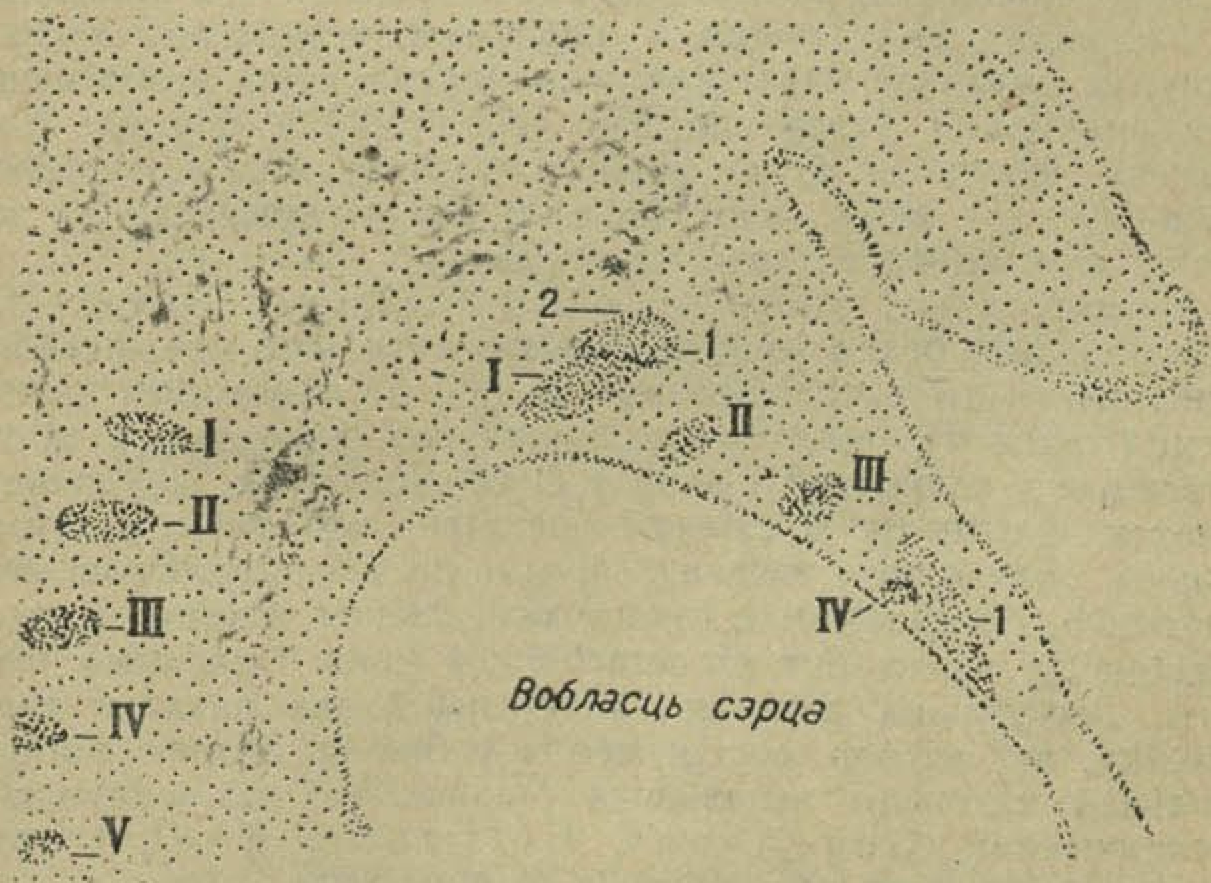
Рыс. 1. Зародак Didelphys sp. Мадэль левай паловы грудной клеткі і плечавога пояса. 1—грудзінная палоска; 2—вентральная частка каракоіда; 3—Coracoid, 4—clavicula; 5—Закладка парнага prosternum; 6-Scapula



Рыс. 3. Зародак чалавека, стадыя № 1. Мадэль левай паловы грудной клеткі і плечавога пояса. 4—краніяльны зачатак ключыцы, 7—каўдальны зачатак. ключыцы. Астатнія адзнакі папярэднія

ў вентральным кірунку змяняецца прахондрыем, а канцы пятога, шостага і сёмага рэбраў пераходзяць у шчыльную мезенхіму.

На мал. 1 паданы фотаздымак з васковай мадэлі, якая паказвае левую палову груднол клеткі з адпаведнай паловай плечавога пояса разам з левай грудзіннай палоскай. На гэтай мадэлі відаць, што вентральная частка каракоіда (2), якая прылягае да вентральнага канца першага груднога рабра і прадоўжваецца ў каўдальным кірунку ў грудзінную палоску (1), ужо згубіла сувязь з плечавым поясам, дзякуючы рэдукцыі каракоіда ў сярэдняй яго частцы, як гэта паказалі на радзе зародкаў Marsupialia: Broom (1897), Watson (.9.8) і Hanson (1920).



Мал. 2. Зародак Didelphys sp. Сагітальны зрэз. Поўсхематычна. Рэбры—I, I, III, IV і V. Астатнія адзнакі, як на папярэднім рысунку. Вентральная частка каракоіда (2) непасрэдна пераходзіць у грудную палоску (1).

Аддзяляўшаяся вентральная частка каракоіда складаецца з шчыльнай мезенхімы, а канец каракоіда (3), звязанага з лапаткай, з'яўляецца прахандральным. На радзе паслядоўных зрэзаў відаць, што даволі шырокая, мезенхіматозная вентральная частка каракоіда шчыльна прылягае да прахандральнага канца першага груднога рабра (мал. 2), выразна ад яго абмяжоўваючыся, і зусім нязначна пераходзіць у грудзінную палоску, якая распасціраецца да канца сёмага груднога рабра ўключна. У меру апускання грудзіннай

палоскі ў каўдальным кірунку мезенхіма, якая яе складае, робіцца паступова ўсё менш шчыльнай і без мяжы пераходзіць у мезенхіматозныя канцы грудных рэбраў. Episternal'ны апарат (5) заложан паміж канцамі ключыц у выглядзе менш шчыльнага згушчэння мезенхімы, чым медыяльныя канцы ключыц.

ЗАРОДКІ ЧАЛАВЕКА

Стадыя № 1. Сагітальная серыя. Даўжыня зародка на шкле—8 мм.

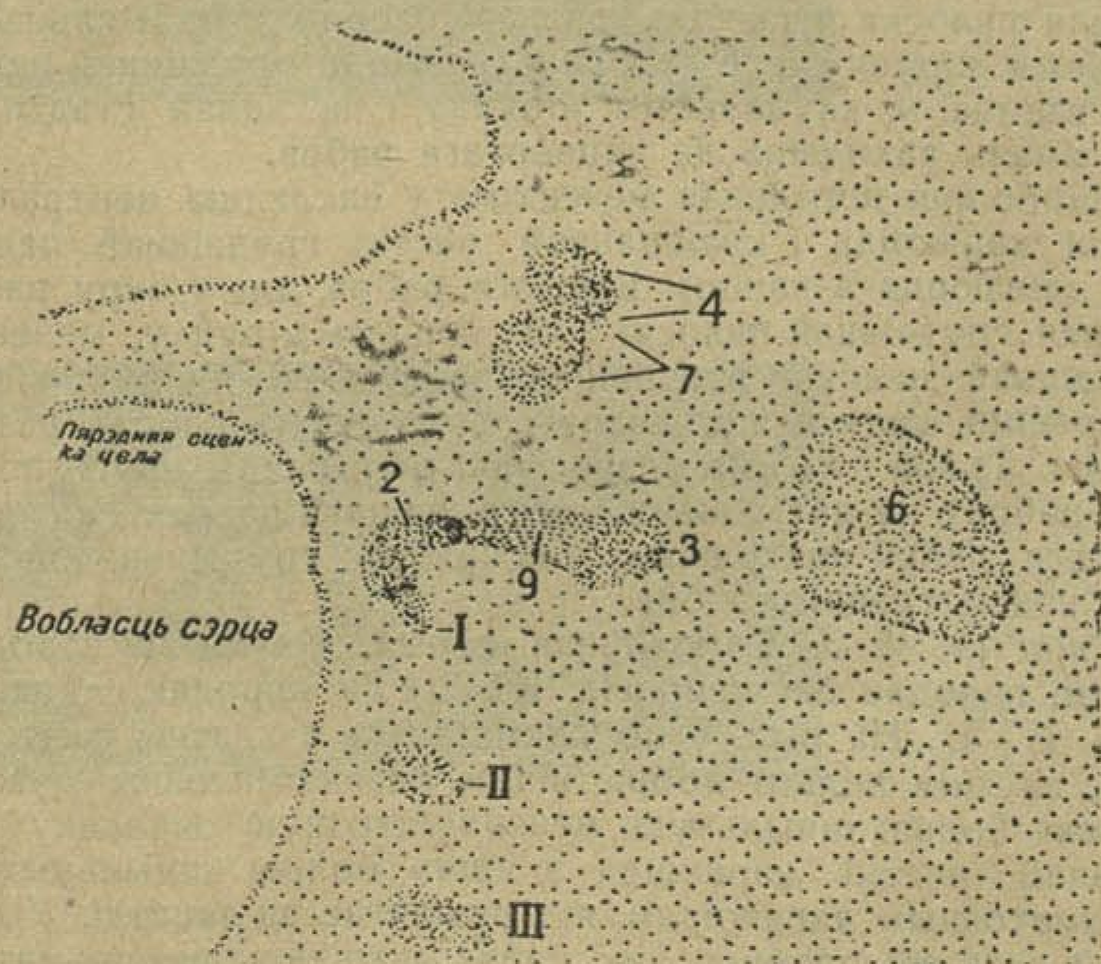
На мал. 3 паданы фотаздымак, які паказвае пластычную рэканструкцыю левай паловы груднай клеткі разам з плечавым поясам. Целы хрыбетнікаў—прахандральныя. Рэбры складаюцца з шчыльнай мезенхімы і толькі ў хрыбетных іх частках знаходзіцца ранні прахондрый. Лапатачная пласцінка (6) і каракоід складаюцца з шчыльнай мезенхімы. У знадворным выглядзе каракоіда ўжо праяўляюцца асаблівасці, якія вядуць да ўтварэння яго дэфінітыўнай формы. Над асновай каракоіда ёсць менш шчыльнае мезенхіматознае згушчэнне (7), якое сваім верхнім краем прылягае да закладкі медыяльнага канца ключыцы (4).

На наступных, трохі пазнейшых стадыях, няцяжка заўважыць, што разам з ростам мезенхіматознага медыяльнага канца ключыцы распасціраецца пад ёй на некаторыя адлегласці і гэтае мезенхіматознае згушчэнне, якое амаль зусім зліваецца з ключыцай і якое я (1931) апісаў як „каўдальны зачатак" ключыцы. Я схіляюся да таго, каб гэты эмбрыянальны „каўдальны зачатак" лічыць за рэкапітуляцыю procoracoid'а, бо палажэнне гэтага каўдальнага зачатка вельмі падобна да палажэння procoracoid'а ў Anura і магчыма, што гэты „каўдальны зачатак" ключыцы і дае пачатак таму храстку, які часова сустракаецца ў больш позняй эмбрыянальнай ключыцы вышэйшых Mammalia, і які некаторымі даследчыкамі (Gegenbaur, Hoffmann, Fuchs) прымаецца за гамолаг procoracoid'а Nomammalia.

Медыяльны канец ключыцы вентральна непасрэдна пераходзіць у некалькі падоўжанае другое мезенхіматознае згушчэнне (5), якое распасціраецца ў сценцы цела пад сэрцам і лічыцца некаторымі аўтарамі за закладку prosternum, альбо „episternum". Гэтая закладка prosternum на ранніх стадыях бывае парнай, але пры развіцці зародка парныя часткі зыходзяцца і асімілююцца з manubrium sterni. Ніякіх паказанняў на закладку грудзінных палосак на гэтай стадыі яшчэ няма. Некаторае згушчэнне мезенхімы, якое знаходзіцца над канцом першага груднога рабра ў бок распалажэння закладак каракоідных элементаў, мае яшчэ да таго невыразны характар, што аб значэнні яго яшчэ гаварыць не прыходзіцца.

Стадыя № 2. Даўжыня зародка на шкле—9 мм. Гэтая стадыя трохі старэйшая за папярэднюю. Целы хрыбетнікаў і хрыбетнікавыя часткі грудных рэбраў маюць ясна выяўлены прахандральны характар. Тканкі рэбраў у вентральным кірунку паступова пераходзяць у ранні прахондры і, нарэшце, у шчыльную мезенхіму.

На мал. 4 паказана пластычная рэканструкцыя ўжо ўзнікшай мезенхіматознай закладкі правай грудзіннай палоскі разам з вентральнымі канцамі першых 5-ці грудных рэбраў. Мадэль знята з медыяльнага боку.



Мал. 5. Зародак чалавека. Стадыя № 3. Сагітальны зрэз. Поўсхематычна. Адзнакі папярэднія.

Як відаць на мадэлі, над канцом першага груднога рабра ёсць мезенхіматознае згушчэнне (2), якое шчыльна прылягае да яго і да грудзіннай палоскі і якое, паводле свайго палажэння, зусім адпавядае аддзяліўшайся вентральнай частцы каракоіда ў Didelphys (мал. 1). Краніяльны выступ (9) гэтай мезенхіматознай закладкі вентральнай часткі каракоіда з'яўляецца пачаткам таго мезенхіматознага цяжа, які апісаны ніжэй у больш позняй стадыі № 3 (мал. 5).

Калі прыняць пад увагу, што блізкія адносіны каракоіднага аддзела плечавога пояса да пярэдняга аддзела грудзіны захоўваюцца не толькі ў зародкаў Marsupialia, але таксама

і ў некаторых Placentalia (Insectivora, Chiroptera, Rodentia), у якіх ужо апісваліся рудыменты ўнутранага каракоіда, то паказанае вышэй мезенхіматознае згушчэнне ў зародка чалавека якраз можна прыняць за рэкапітуляцыю вентральнай часткі каракоіда, тым больш, што на наступных двух стадыях мною ўстаноўлена эмбрыянальная сувязь гэтага мезенхіматознага згушчэння з закладкай т. зв. processus coracoideus. Дзеля гэтага я ў далейшым буду называць гэта мезенхіматознае згушчэнне закладкай вентральнай часткі каракоіда.

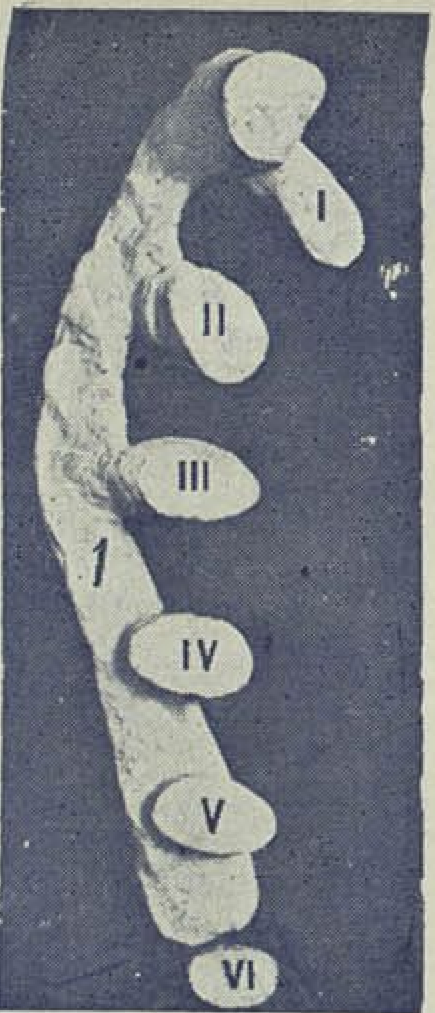
Ад канца першага груднога рабра і прылягаючай да яго закладкі вентральнай часткі каракоіда, мезенхіматозная грудзінная палоска нязначна распасціраецца ў медыяльна-краніяльным кірунку, але галоўнае развіццё грудзіннай палоскі адбываецца ў каўдальным кірунку і на данай стадыі яна ўжо амаль даходзіць да чацвёртага рабра.

Найбольш шчыльная мезенхіма ў закладцы вентральнай часткі каракоіда і краніяльнай часткі грудзіннай палоскі, якія зліваюцца з канцом першага рабра, але ў меру распасцірання грудзіннай палоскі ў каўдальным кірунку, мезенхіма грудзіннай палоскі становіцца паступова менш шчыльнай і, нарэшце, каля канцоў чацвёртага і пятага рэбраў расплываецца. Трэба таксама адзначыць, што канцы другога і трэцяга рэбраў не датыкаюцца да грудзіннай палоскі, але канец другога рабра знаходзіцца бліжэй да грудзіннай палоскі, чым канец трэцяга рабра.

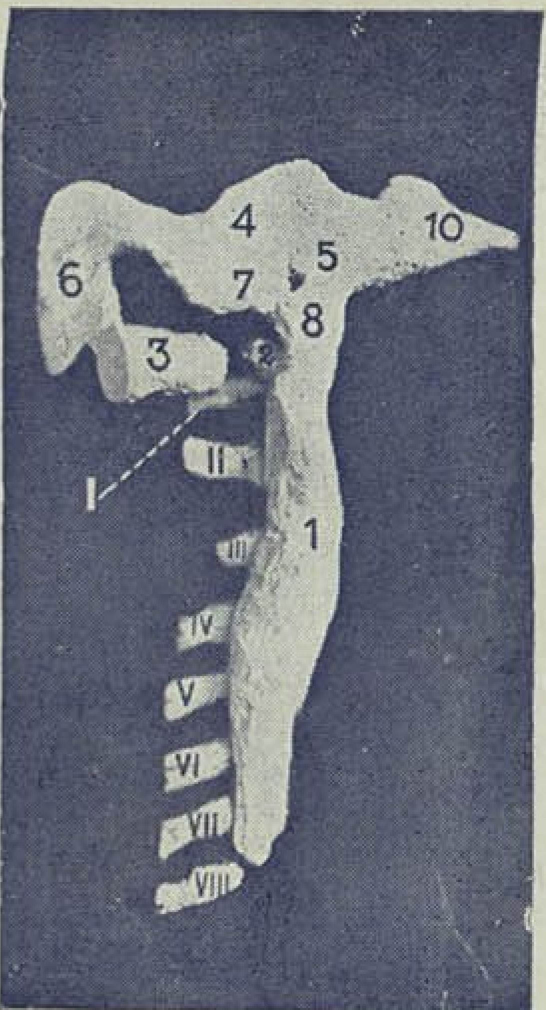
Стадыя № 3. Сагітальная серыя. Даўжыня зародка—10 мм; паводле Normentafeln Keibel'а зародак адпавядае №№ 55—57. На рыс. 5 поўсхематычна паказаны сагітальны зрэз, на якім вельмі добра відны мезенхіматозны цяж, які звязвае больш шчыльную мезенхіматозную закладку вентральнай часткі каракоіда з яшчэ больш шчыльным мезенхіматозным каракоідам, які прылягае да лапаткі. У данай серыі разрэзы прайшлі так удала, што гэты мезенхіматозны цяж поўнасцю і добра выражан на працягу трох зрэзаў. Характар мезенхімы гэтага цяжа, а таксама і яго палажэнне, паказвае на тое, што гэты цяж не з'яўляецца закладкай цяглічнага ўтварэння, дзеля таго, што гэты мезенхіматозны цяж на больш позніх эмбрыянальных стадыях зусім знікае, то, значыцца, ён павінен прадстаўляць сабою згодна класіфікацыі рэкапітуляцый Лебёдкіна (1934, p. IX), рудымент-рэкапітуляцыю часткі каракоіда. Гэта рудымент-рэкапітуляцыя павінна сведчыць аб тым, што ў продкаў вышэйшых Mammalia, як і ў продкаў Marsupialia, каракоід даходзіў да грудзіны і што пры далейшай іх эвалюцыі адбыліся ў іх каракоідным аддзеле прынцыпова падобныя працэсы рэдукцыі.

Відавочна, працэсы рэдукцыі каракоіднага аддзела плечавога пояса ў вышэйшых Mammalia зайшлі значна далей,

Рыс. 4 Зародак чалавека. Стадыя № 2. Мадэль правай грудзіннай палоскі з вентральнымі канцамі першых пяці грудных рэбраў. 8 — краніяльная частка грудзін. палоскі; 9 — мезенхіматозны цяж (частковa), які злучае вентральную частку каракоіда з так зв. proces. coracoidens. Астатнія адзнакі папярэднія.



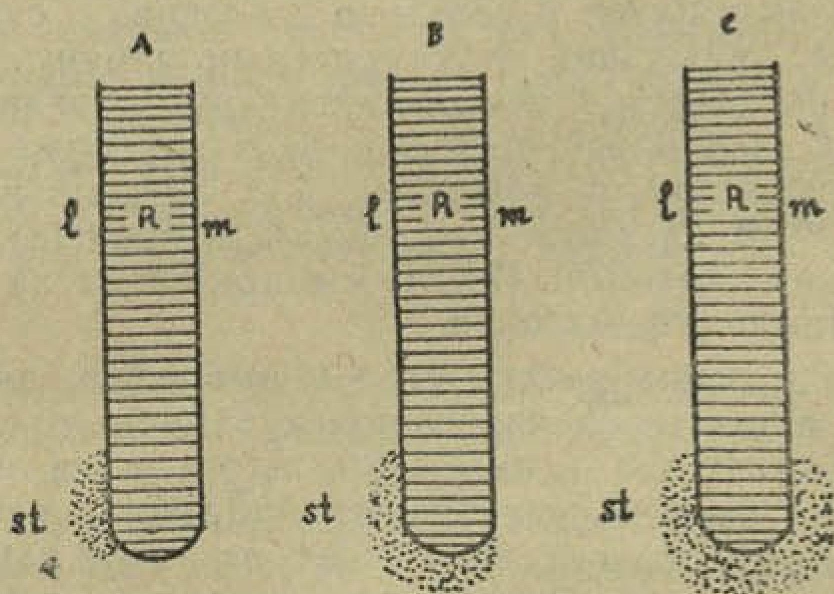
Рыс. 6. Зародак чалавека. Стадыя № 3. Мадэль правай мезенхіматознай грудзіннай палоскі з вентральнымі канцамі першых 6 рэбраў. Адзнакі папярэднія.



Рыс. 7. Зародак чалавека. Стадыя № 4. Мадэль правай мезенхіматознай грудзіннай палоскі з вентральнымі канцамі першых 8-мі грудных рэбраў і правай паловай плечавога пояса. 10 — закладка непарнага prosternum. Астатнія адзнакі папярэднія.

чым у Marsupialia, а таму ў антагенетычным развіцці вышэйшых Mammalia знайсці рэкапітуляцыю больш старажытных адзнак каракоіднага аддзела альбо немагчыма, альбо значна цяжэй, чым у зародкаў Marsupialia.

На мал. 6 прадстаўлена невялікая мадэль, якая паказвае правую мезенхіматозную грудзінную палоску з медыяльнага боку з вентральнымі канцамі першых шасці грудных рэбраў. Мезенхіматозная грудзінная палоска ўжо амаль даходзіць да канца шостага груднога рабра, але з ім яшчэ не сутыкаецца. Мезенхіма грудзінных палосак зліваецца з мезенхіматознымі канцамі першых пяці рэбраў, пры гэтым грудзінная палоска прылягае да рэбраў з латэральнага іх боку ў выглядзе адносна даволі тоўстага пластка мезенхімы. У меру росту грудзіннай палоскі ў каўдальным кірунку, яе мезенхіма паступова становіцца менш шчыльнай, але затое каўдальны канец грудзіннай палоскі робіцца больш шырокім, расплыўчатым.



Мал. 8. Схема распаўсюджвання мезенхімы грудзіннай палоскі ў зародкаў чалавека з латэральнага боку вентральных канцоў рэбраў (A), уперад (B) і на іх медыяльны бок (C). R—рабро; l—латэральны бок; m—медыяльны бок; st—грудзінная палоска.

Стадыя № 4. Хоць гэта стадыя па даўжыні зародка на шкле адпавядае папярэдняй, але паводле свайго развіцця яна з'яўляецца больш позняй.

На мал. 7 прадстаўлена мадэль, на якой паказана правая мезенхіматозная грудзінная палоска з вентральнымі канцамі 8-мі грудных рэбраў і з правай паловай плечавога пояса (лапатачная пласцінка рэканструявана не ўся).

Грудзінная палоска спускаецца некалькі ніжэй сёмага рабра, але да восьмага рабра не даходзіць.

Мезенхіма грудзіннай палоскі з'яўляецца больш шчыльнай, чым на папярэдняй стадыі, але ў каўдальным кірунку

шчыльнасць мезенхімы паступова змяншаецца. Мезенхіматозныя канцы рэбраў злучаюцца з мезенхімай грудзіннай палоскі (1), але пры гэтым канец шостага рабра чуць даходзіць да грудзіннай палоскі, а канец сёмага рабра зусім яшчэ аддзелены ад яе. Грудзінная палоска прылягае к канцам рэбраў ужо не толькі з латэральнага іх боку, але, некалькі загінаючыся ў вентральным кірунку, распалагаецца і спераду канцоў рэбраў.

На яшчэ больш позняй стадыі мезенхіма грудзіннай палоскі пашыраецца і на медыяльны бок канцоў грудных рэбраў, утвараючы, такім чынам, нешта ў выглядзе жолаба, у якім змяшчаюцца вентральныя канцы рэбраў. Гэтыя адносіны прадстаўлены схемай (мал. 8).

Зусім таксама, як і на папярэдніх двух стадыях, ёсць мезенхіматозная закладка вентральнай часткі каракоіда (2), якая шчыльна прылягае зверху к канцу першага груднога рабра (1). У выніку таго, што на гэтай стадыі сэрца ўжо трохі апусцілася ў грудную поласць, у сувязі з чым адбылося і змяшчэнне ў каўдальным кірунку плечавога пояса, мы наглядаем з медыяльнага боку злучэнне краніяльнай часткі грудзіннай палоскі (8) з зачаткам prosternum (5), які прылягае да ключыцы, а з латэральнага боку— злучэнне гэтай-жа часткі грудзіннай палоскі (8) з „каўдальным зачаткам" ключыцы (7), які мы прыймаем за рудымент-рэкапітуляцыю procoracoid'а.

Асаблівай увагі заслугоўвае ў эмбрыёна данай стадыі вентральная частка плечавога пояса, а іменна прахандральны каракоід (3), форма і палажэнне якога яўна паказвае на адхіленне ад нармальнага працэсу эмбрыянальнага развіцця. Я ўжо ўпамінаў вышэй, што нават на такой ранняй стадыі, як стадыя № 1, у знадворным выглядзе каракоіда ўжо праяўляюцца асаблівасці, якія вядуць да ўтварэння дэфінітыўнай формы так званага processus coracoideus, а тым больш гэтыя асаблівасці праяўляюцца на старэйшых стадыях, як я ўжо адзначыў гэта (1931) для чалавека і лятучай мышы. Што-ж датычыцца да стадыі № 4, то тут мы сустракаем каракоід, які зусім не напамінае як па сваім кірунку, так і па форме, дэфінітыўны processus coracoideus чалавека.

Карціна, якая прадстаўлена на мал. 7, вельмі сходна ў адносінах каракоіднага аддзела з тым, што мы маем у зародка Didelphys (рыс. 1). Паміж канцом прахандральнага каракоіда і мезенхіматознай закладкай вентральнай часткі каракоіда захоўваецца яшчэ апісаны вышэй мезенхіматозны цяж, але толькі на данай стадыі гэты цяж з'яўляецца больш кароткім, чым на папярэдняй, бо частка яго заменьваецца канцом прахандральнага каракоіда, накіраванага ў бок грудзіннай палоскі.

Падобнага ненармальнага развіцця каракоіда я нікол раней не наглядаў у зародкаў вышэйшых Mammalia, а таксама не даводзілася мне сустракаць паказанняў на падобныя з'явы і ў літаратуры. Дзеля таго, што гэта ненармальнае развіццё каракоіда ў зародка чалавека зусім супадае з нармальным працэсам развіцця каракоіда ў зародкаў Marsupialia, то данае адхіленне ад нормы, безумоўна, сведчыць аб праяўленні ў працэсе эмбрыянальнага развіцця атавістычных адзнак, а таму гэты выпадак павінен сцвярджаць выказаную вышэй думку пра тое, што мезенхіматозны цяж і больш шчыльнае мезенхіматознае згушчэнне, якое прылягае краніяльна да канца першага груднога рабра і называецца мною закладкай вентральнай часткі каракоіда, з'яўляецца рудымент-рэкапітуляцыяй той часткі каракоіда, якая згублена ў працэсе эвалюцыі ўсімі Mammalia, выключаючы Monotremata.

Апрача таго, на мадэлі паказана няпарнае сярэдзіннае мезенхіматознае ўтварэнне—prosternum, якое ўзнікае пазней за парныя ўтварэнні prosternum, якія непасрэдна прылягаюць да медыяльных канцоў ключыц. Гэта няпарнае prosternum пры зліцці грудзінных палосак асімілюецца з manubrium sterni (Whitehead and Waddel, 1911), ва ўтварэнні якога прыймаюць удзел таксама і закладка парных prosternum і краніяльныя ўчасткі грудзінных палосак.

Паданае вышэй апісанне стадый дае магчымасць зрабіць наступныя вывады адносна паходжання грудзіны ў Mammalia, у прыватнасці ў чалавека.

1. Закладка парных мезенхіматозных грудзінных палосак адбываецца незалежна ад вентральных канцоў грудных рэбраў. На гэта паказвае тая акалічнасць, што на ранніх стадыях развіцця грудзіны, канцы грудных рэбраў зусім не датыкаюцца да закладкі грудзінных палосак, за выключэннем першай пары рэбраў, да якіх прылягае закладка вентральнай часткі каракоіда.

Толькі ў меру росту рэбраў, мезенхіматозныя грудзінныя палоскі сутыкаюцца з мезенхіматознымі канцамі рэбраў, паслядоўна зліваючыся з імі, пачынаючы з другой пары рэбраў. Нават і пасля зліцця канцы рэбраў яшчэ даволі доўга ясна адгранічваюцца ад менш шчыльнай мезенхіматознай грудзіннай палоскі.

Падобны працэс паслядоўнага зліцця канцоў грудных рэбраў з заложанымі ўжо мезенхіматознымі грудзіннымі пласцінкамі наглядаўся і ў Reptilia (Bogoljubski, Goette, van Geldern, Mary Juhn).

Паступовае пашырэнне мезенхімы грудзіннай палоскі з латэральнага на медыяльны бок канцоў грудных рэб-

раў (мал. 8) сведчыць аб пэўным уплыве канцоў рэбраў на фармаванне грудзіны, але паказанняў на адчляненне мезенхімы канцоў рэбраў для ўтварэння грудзіны выявіць не ўдаецца.

2. Мезенхіматозныя згушчэнні, якія прылягаюць з краніяльнага боку к канцам першай пары грудных рэбраў і непасрэдна прадоўжваюцца ў грудзінныя палоскі, з'яўляюцца рудымент-рэкапітуляцыяй вентральнай часткі каракоідаў.

3. Месцам, адкуль пачынаюць развівацца парныя грудзінныя палоскі, з'яўляецца паказаная вышэй мезенхіматозная закладка вентральнай часткі каракоідаў. На магчымасць развіцця грудзінных палосак ад каракоідных элементаў паказвае апісаны вышэй непасрэдны пераход закладкі вентральнай часткі каракоіда ў грудзінную палоску ў зародка Didelphys, а таксама апісанае Kalin'ам (1929) развіццё грудзіны ў зародка Alligator mississipiensis, мезенхіматозныя грудзінныя палоскі якога распасціраліся ад мезенхіматознага каракоіда без ніякага перарыву; толькі з ператварэннем мезенхімы гэтых утварэнняў у прахондрый, адбываецца адчляненне грудзінных палосак ад каракоідаў.

Такім чынам я лічу, што свой пачатак грудзіна атрымала не ад рэбраў, а ад каракоідаў, якія знаходзяцца ў блізкіх адносінах з грудзінай у дарослых Anamnia і Amniota да Monotremata ўключна.

ЛІТАРАТУРА

Bogoljubski, S. Brustbein — und Schultergürtelentwicklung bei einigen Lacertilien. Zeitschr. f. wiss Zool.. Bd. 110. 1914.

Broom, R. On the Existence of a sterno coracoidal articulation in a Foetal Marsupial. Journ, of Anat. and Physiol. Vol. 31. 1897. On the Development and Morphology of the Marsupial shoulder-girdle Trans. Roy. Soc. Edinb. Vol. 39. 1899.

Bruch, C. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. Neue Denkschriften der allgemeinen Schweizer. Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. 1852.

Fuchs, H. Über die Entwicklung der Clavicula bei Talpa europaea und Erinaceus europaeus. Zeitschr. für Morphol. und Anthropol., Sonderheft 2. 1912.

Gegenbaur, C. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Bd. 1. Leipzig. 1898.

van Geldern, C. Over de eerste ontwikkeling van het borstbeen bij zoogdieren. Nederl. Tijdschr. Geneesk., 66, H. 2, № 20. 1922. Over de ontwikkeling van het Sternum bij reptilien. Versl. Ak. Wetensch. Amsterdam, 30. 1922.

Gladstone and Wakeley. The Sternum and its Relation to the Ribs. Journ. of Anatomy. Vol. LXVI. 1932.

Goette. Beiträge zur vergleichende Morphologie der Skeletsystem der Wirbeltiere. Arch. f. microskop. Anat. Bd. XIV. 1877.

Goodrich. Studies on the structure and development of vertebrates. Macmillan and Co. London. 1930.
Hanson. Ontogeny and Phylogeny of the sternum. Am. journ. Anat. v. 26. 1919.
Hoffmann. Zur Morphologie des Schultergürtels und des Brustbeines. Niederländ Archiv f. Zoologie. Vol. V. 1879.
Hommes On the development of the Clavicula and the Sternum in Birds and Mammals. Tijdschr. d. Nederl. Dierk. Vereem., 2 de Ser., Deel XIX. 1924.
Juhn, Mary. Die Entwicklüng des Sternums bei Lacerta. Acta Zool., v. 4. 1923.
Kalin, I. Über den Brustschulter-Apparat der Krokodile. Inaug.—Dissert. Zurich. 1929.
Кравец, Л. История развития грудины и episternal'ного аппарата млекопитающих. Труды Сравн.-анат. инст. Москов. унив. 1905.
Лебёдкин, С., Биогенетический закон и теория рекапитуляций. БелАН. 1936.
Müller, Charlotte. Morpholog. Jahrb. Bd. XXXV. 1906. Zur Entwicklung des menschlichen Brustkorbes.
Parker, W. A monograph on the structure and development of the Shouldergirdle and sternum in the Vertebrata. Roy. Society London. 1868.
Paterson A. The sternum; its early development and ossification in Man and Mammals, journ. Anat. Phys. vol. XXXV. 1900.
Rathke, H. Entwicklung des Sternums bei Vögeln und Säugetieren. Müller's Archiv. 1838. Über den Bau und Entwicklung des Brustbeins der Saurier. Königsberg. 1853.
Ruge G. Untersuchungen über Entwicklungsvorgänge am Brustbein Morphol. Jahrb. Bd. VI. 1880.
Stöckli A. Beobachtungen über die Entwicklungsvorgänge am Rumpfskelett des Schweines—Med. vet Diss. Zurich. 1922.
Subkowitsch, E. Zur Frage der Morphologie des Schultergürtels. Morphol. Jahr. Bd. 65. 1931.
Watson D. The evolution of the Tetrapod shouldergirdle and forelimb. Journ. of Anatomy. Vol. 52. 1918.
Whitehead and Waddel. The early development of the mammalian sternum. Amer. journ. of Anatomy. Vol. 12. 1911.

E. M. SUBKOWITSCH

Lur Frage der Entwicklung und Morphologie des Sternum bei Mensch

Zusammenfassung

Die allgemein übliche Anschauung Rathkes, der Ursprung des Sternum der Amniota sei an den Rippen zu suchen, ruft, da einige spätere Forscher gegen diese Auffassung entschieden Einwand erheben, gegenwärtig grosse Zweifel hervor. Demungeachtet herrscht die Anschauung Rathkes bisher noch vor, sodass die Frage über den Ursprung des Sternum der Amniota unentschieden bleibt.

Da einige Autoren die Entstehung des Sternun der Amniota an den Rippen in Abrede stellen, ihm vielmehr coracoiden Ursprung zuschreiben, muss die Frage der Entstehung des Sternum der Mammalia nicht nur im Zusammenhang mit der Rippenentwicklung, sondern auch im Zusammenhang mit der Entwicklung des Schultergürtels betrachtet werden. Am geeignetsten dazu wäre das Studium der Embryonen solcher Mammalia, deren ventraler Schultergürtelteil stärker entwickelt ist, z. B. der Marsupialia, des Menschen, der Fledermaus u. a.

Meine Beobachtungen früher Entwicklungsstadien des Sternum bei Didelphys und Mensch veranlassen mich, den wenigen Forschern recht zu geben, die nicht nur einen von den Rippen unabhängigen Ursprung des Sternum voraussetzen, sondern letzteren coracoide Entstehung zuschreiben (Hanson).

Broom u. a. weisen in ihren Arbeiten darauf hin, dass sich das Embryonalcoracoid bei einigen Marsupialia zuerst von der Scapula zum Sternum erstreckt, später aber, infolge von Reduktion des Coracoids in dessen Mittelteil, seinen Zusammenhang mit der Sternalleiste einbüsst. Abb. 1 stellt das Modell der linken Hälfte einer Brustzelle mit Schultergürtel eines Didelphys sp.—Embryos dar. Diese Abbildung zeigt uns, dass sich das Coracoid, dank der Reduktion seines Mittelteils, bereits in zwei Teile gegliedert hat: a) den prochondralen, scapulären, die Bildung des Processus coracoideus bedingenden Teil des Coracoids (3) und b) den aus dichtem Mesenchym bestehenden, fast an das Ende der 1. Rippe anliegenden und direkt in die Sternalleiste verlaufenden (s. Abb. 2) ventralen Teil des Coracoids (2). Die nahe Beziehung des coracoiden Schultergürtelgebiets zum vorderen Teil des Sternum wird auch

bei einigen Placentalia (Insectivora, Chiroptera, Rodentia), deren innere Coracoidrudimente beschrieben worden sind, beobachtet.

Abb. 5 stellt den sagittalen Schnitt einer den Nummern 55—57 der Keibelschen Normentafeln entsprechenden Anlage des menschlichen Embryos halbschematisch dar An die Anlage des ventralen Endes der I. Rippe grenzt eine dem abgeschiedenen ventralen Teil des Coracoids des Didelphys—Embryos zweifellos homologe mesenchymatöse Bildung (2) fest an (Abb. 2). Diese mesenchymatöse Anlage des ventralen Teils des Coracoids (2) des menshlichen Embryos ist mit dem mesenchymatösen Ende des an die Scapula anliegenden Teils des Coracoids (3) durch einen weniger dichten mesenchymatösen Strang verbunden (9). Die Schnitte der gegebenen Serie waren so gelungen, dass der erwähnte mesenchymatöse Strang an drei Schnitten voll und gut zum Ausdruck kam. In späteren Stadien verschwindet der mesenchymatöse Strang, an den Reduktionsprozess des Coracoidmittelteils bei Didelphys erinnernd, ganz.

Besondere Aufmerksamkeit verdient das etwas spätere, in Abb. 7 wiedergegebene fötale Entwicklungsstadium des Menschen, wo deutliche Abweichung von der normalen Entwicklung des Coracoids ausgeprägt ist. In diesem Stadium erinnert das embryonale, zur Sternalleiste gerichtete Coracoid weder seiner Richtung noch Form nach an den definitiven Processus coracoideus des Menschen, während die zur Bildung der definitiven Form des Proc. corac. führenden Eigentümlichkeiten im Äussern des Coracoids bei normalem Entwicklungsgang sogar an viel früheren Stadien (Abb. 3) auftreten. An Präparaten des in Abb. 7 wiedergegebenen Stadiums kann man sich davon überzeugen, dass sich der oben beschriebene mesenchymatöse, in Abb. 7 fehlende Strang zwischen dem Ende des prochondralen Coracoids (3) und der mesenchymatösen Anlage des ventralen Coracoidteils (2) noch erhalten hat; er ist, da ein Teil von ihm durch das Ende des prochondralen, zur Sternalleiste gerichteten Coracoids (3) ersetzt wird, in diesem Stadium nur kürzer als im vorhergehenden. Da die zu beschreibende unnormale Entwicklung des Coracoids des menschlichen Embryos (Abb. 7) mit dem normalen Entwicklungsprozess des Coracoids der Embryos der Marsupialia vollkommen übereinstimmt, so legt die Abweichung von der Norm zweifellos davon Zeugnis ab, dass im Prozess der embryonalen Entwicklung atavistische Merkmale zum Ausdruck kommen, weshalb dieser Fall mit Recht darauf hinweisen kann, dass der mesenchymatöse Strang und die dichtere, aus Ende der 1. Rippe kranial anliegende, von mir als Anlage des ventralen Teils des Coracoids bezeichnete mesenchymatöse Anhäufung in der Tat als Rudiment-Rekapitulation des von allen Mammalia, mit Ausnahme der Monotremata, im Evolutionsprozess eingebüssten Coracoidteils erscheinen.

Von diesen embryonalen mesenchymatösen Anlagen des ventralen Teils der Coracoide beginnt hauptsächlich in kaudaler, schwächer in kranialer Richtung, die Entwicklung paarer, in frühen Entwicklungsstadien mit den ventralen Enden der anderen Rippen in garkeine Berührung tretender mesenchymatöser Sternalleisten (Abb. 4). Nur mit dem zunehmenden Wuchs der Rippen kommen die mesenchymatösen Sternalleisten mit den mesenchymatösen Rippenenden in Berührung, indem sie vom 2. Rippenpaar an folgerichtig mit ihnen verschmelzen (Abb. 4, 6, 7). Das Mesenchym der Sternalleisten konzentriert sich zuerst auf der lateralen Seite der ventralen Rippenenden (Abb. 6), dehnt sich aber, die Enden der Rippen erfassend, bei weiterer Entwicklung allmählich auch auf ihre mediale Seite aus, was das Schema veranschaulicht (Abb. 8). Diese Konzentration des Sternalleistenmesenchyms an den Rippenenden spricht zweifellos für einengewissen Einfluss der Rippen auf die Formierung des Sternum, doch ist es mir nicht gulungen, eine Abgliederung von Mesenchym, das an der Sternalleistenbildung teilnehmen könnte, von den Rippenenden zu konstatieren.

Somit wird die Ansicht, dass das Sternum seinen Ursprung nicht den Rippen, sondern den Coracoiden zu verdanken hat, von mir geteilt. Letztere unterhalten bei den ausgewachsenen Anamnia und Amniota, inklusive Monotremata, nahe Beziehungen zum Sternum.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

О. Д. АКІМАВА і С. А. ГУСЕВА

ДА ГІСТОРЫІ ДОСЛЕДАЎ АЗЁР БССР

Гідрабіялагічных доследаў азёр Беларусі да гэтага часу было зроблена вельмі мала. Тыя нешматлікія доследы, якія ёсць у друку, ставілі сваёй мэтай ці ўпарадкаванне рыбалоўства і развіццё рыбаводства, як работа Марозава (1913 г.), ці вывучэнне геамарфалогіі азёр, як работа т. Заржэцкага (1903 г.).

Пачатак усебаковых доследаў Беларусі быў зроблен азёрнай экспедыцыяй 1914-1916 гг. пад кіраўніцтвам П. Ф. Дамрачова ў раёне б. Віцебскай губ., але вынікі работы гэтай экспедыцыі ў друку не з'явіліся, а ёсць толькі папярэднія адчоты І. Арнольда (1914 і 1917 гг.) і П. Дамрачова (1917 г.), і на падставе экспедыцыйных доследаў азёр П. Дамрачова ў 1922 г. была зроблена класіфікацыя азёр паўночна-заходняй краіны. У 1926 г. Г. Верашчагін і К. Гільзэн даследвалі 19 вадаёмаў б. Віцебскай губ. У выніку экспедыцыйнай работы з'явіўся артыкул, прысвечаны гідралогіі і аналізу грунтоў гэтых азёр.

У 1924 г. Беларуская рыбная станцыя арганізавала экспедыцыйнае даследванне азёр Лукомль, Чарэя і Асвея пад кіраўніцтвам Елеонскага і Чэрфаса, і ў 1928 г. Чэрфас і Грудніца даследвалі азёры Лосвіда, Сялява і Ратцы, у 1930 г. доследы праводзіліся на азёрах: Князь, Белае, Лосвіда, Вымна і Заранова. Вынікі гэтых экспедыцыйных работ не надрукаваны і засталіся толькі ў рукапісах.

У сувязі з рыбагаспадарчымі задачамі, пастаўленымі экспедыцыяй, найбольшая ўвага звярталася на зоапланктон, бентас і іхтыяфаўну, а склад расліннасці азёр, размеркаванне яе даецца толькі ў сувязі з фізічнымі ўмовамі вадаёма, з мікрафітаў паданы толькі кіруючыя формы і формы, якія выклікаюць цвіценне вадаёмаў. Толькі адна работа Н. Старк (1927 г.) аб Крукінскім возеры Смаленскай губ. дае падрабязныя весткі аб макра- і мікрафлоры гэтага возера.

Калі зусім няма работ аб флоры вадаёмаў Беларусі, то з работ, прысвечаных вывучэнню фаўны яе вадаёмаў, маем: 1) Работу А. Новікава (1907 г.), у якой ён дае спіс Cladocera возера Князь б. Менскай губ.; 2) Работу Н. Варанкова (1909 г.) аб калаўратках б. Менскай губ.; 3) Работу А. Новікава (1910 г.) аб фаўне ракападобных зарастаючых азёр; 4) Работу В. Рылова (1905 г.), прысвечаную ракападобным азёр Невельскага павета б. Віцебскай губ.; 5) Работу М. Эмільяновіча (1927 г.) аб калаўратках дробных вадаёмаў ваколіц г. Смаленска.

Улетку 1932 г. Беларускім аддзелам Маскоўскага рыбнага інстытута па заданню гідраметэаралагічнага інстытута была арганізавана экспедыцыя па абследванню сямі азёр Беларусі № 1, 2, 3, 4, 5, 6 і 7.

Сабраны экспедыцыяй даволі вялікі матэрыял дае магчымасць вызначыць як асноўныя рысы фізіка-хімічнага рэжыма азёр, так і сістэматычны і экалагічны склад насяляючых іх арганізмаў і часткова сезонныя змены. Вывучаліся таксама вытокі і вусці рэк і іх біяцэноз.

Матэрыялы па макра- і мікрафлоры даных азёр былі апрацаваны О. Д. Акімавай і вынікам гэтай апрацоўкі з'яўляецца нарыс „Да флоры азёр Беларусі".

Матэрыялы па зоапланктону і бентасу былі апрацаваны С. А. Гусевай і вынікам з'яўляецца нарыс „Да пазнання зоапланктона і зоабентаса азёр Беларусі".

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

О. АКІМАВА

ДА ФЛОРЫ АЗЁР БЕЛАРУСІ

(Лабараторыя Кафедры батанікі БДУ)

Даная работа з'яўляецца вынікам апрацоўкі матэрыяла, сабранага ў часе экспедыцыі Беларускім аддзелам інстытута воднай гаспадаркі па праграме воднага кадастра ўлетку 1932 г. Абследвана сем азёр. Экспедыцыя мела комплексны характар і складалася з гідрабіёлагаў, хімікаў і рыбаводаў. Матэрыялы апрацоўваліся ў лабараторыях Беларускага універсітэта і аддзелах Рыбнага інстытута.

Не гледзячы на вялікую колькасць азёр і рэк на Беларусі, вывучэнне іх знаходзіцца яшчэ ў пачатковым стане. Работы па азёрах дарэвалюцыйнага перыяду закранаюць толькі морфаметрычныя і фізічныя ўмовы жыцця азёр. Даследванне 1914-1917 гг. галоўнай мэтай ставіць рыбагаспадарчыя задачы, але дагэтуль гідрабіялагічнага разгляду гэтых доследаў у друку няма. Не надрукаваны таксама работы экспедыцыі 1928 г. Елеонскага, Чэфроса і інш., рукапіс якіх ёсць у Беларускім аддзеле воднай гаспадаркі. У данай рабоце падрабязна распрацавана пытанне зоапланктона, бентаса і іхтыяфаўны, а што датычыцца флоры, то ў той час, калі мікрафіты апісаны з боку іх складу і размеркавання (дан спіс 35 відаў), мікрафлора дана вельмі скупа; дана толькі 17 форм, а галоўная ўвага звернута на рыбагаспадарчы бок даследвання, што непасрэдна выплывала з заданняў экспедыцыі. З прычыны адсутнасці работ па флоры азёр Беларусі, асабліва альгалогіі, лічу даную работу своечасовай, як матэрыял для вывучэння той вялікай колькасці вадаёмаў, якія ёсць на Беларусі.

МЕТОДЫКА ДАСЛЕДВАННЯ

Абследванне азёр адбывалася ў два тэрміны: у перыяд з 10/VI па 20/VII, з інтэрвалам каля месяца паміж паездкамі. Мікрафлора вывучалася шляхам аб'езду на лодцы ў берагавой зоне, дзе папутна браліся пробы планктона і абра-

стання. Пробы планктона пелагіялі браліся разам з хімічнымі пробамі і бентасам. Збіранне планктоннага матэрыяла літаралі рабілася гарызантальным ловам сеццю Арштэйна. У пелагіялі браліся вертыкальныя пробы сеццю Цэпеліна з газа № 25. Сабраны матэрыял фіксаваўся чатырохпрацэнтным фармалінам. Усяго ўзята проб па планктону і абрастанню:

З	возера	Першага	планктона	44	абрастання	20
„	„	Другога	„	39	„	20
„	„	Трэцяга	„	8	„	3
„	„	Чацвертага	„	5	„	2
„	„	Пятага	„	30	„	10
„	„	Шостага	„	50	„	22
„	„	Сёмага	„	10	„	2

Апрацоўка матэрыяла фітапланктона рабілася ў лабараторыі кафедры батанікі Беларускага дзяржаўнага універсітэта. Колькасны ўлік рабіўся метадам Віслаўха С., толькі колькасць водарасляў у прэпараце мела наступнае азначэнне:

ад 1—2 экземпляраў у прэпараце адзначалася		1
„ 2—4 „	„	2
„ 4—10 „	„	3
„ 10 і больш	„	4
20 экземпляраў	„	5
Цвіценне адзначалася	„	∞

З кожнай банкі рабілася не менш трох прэпаратаў. Вызначэнне рабілася па Dr. A. Pascher. „Die Süsswasserflora Mitteleuropas“. Heft 4—Volvocales, Heft 5, 6, 7—Chlorophyceae, Heft 9—Zygnemales, Heft 10—Bacillariophyta, Heft 12—Cyanophyceae. Flagellatae і Dinoflagellatae по Lindau—Die Algen. Desmidiaceae по W. West „Britisch Desmidiaceae“.

У гэтай рабоце даецца характарыстыка макра-і мікрафлоры азёр на падставе матэрыялаў, сабраных у пелагіялі і літаралі возера, а таксама параўнальны агляд усіх азёр. Сабраныя пробы з усіх станцый даследваны, але ў склад тэкста табліц уведзены станцыі найбольш характэрныя для данай вобласці возера. Дэтальнай апрацоўкі Bacillariales не зроблена, адзначаны толькі найбольш буйныя формы і формы маючыя значэнне ў абрастанні мікрафітаў. У сістэматычным спісе вадаёмаў сабраны ўвесь апрацаваны матэрыял па даследваных азёрах.

Возера Першае

Возера Першае дзякуючы свайму шырокаму плёсу і малой зрэзанасці берагоў адкрыта для вольнага дзейнічання пануючых паўночна-заходніх і паўночна-ўсходніх вятроў,

Гэта асаблівасць пабудовы возера адбілася на існуючай флоры, стварыўшы розныя біяцэнозы заходняга падветранага берага і ўсходняга прыбойнага.

Заходні бераг у сваіх спакойных водах мае суцэльнае акаймленне з Scirpus lacustris з невялікай дамешкай Phragmites communis, Glyceria aquatica, Acorus Calamus, Potamogeton natans, Polygonum amphibium, Nymphaea alba і Nuphar luteum.

У найбольш забалочаных участках развіваецца Equisetum limosum, Hydrocharis Morsus ranae, Butomus umbellatus Polygonum amphibium.

Бераг мае зараслі асакі па берагах сфагнавага балота. Пад прыкрыццём надводнай расліннасці развіваюцца рдэсты з пераважнай большасцю Potamogeton lucens, Potamogeton perfoliatus, а забалочаныя месцы пакрыты Myriophullum spicatum.

Усходні прыбойны бераг мае шырокую паласу бар'ерных зарасляў Phragmites communis, якая пачынаецца ў паўночнай частцы возера і цягнецца каля ўсходняга берага. Сярод нягустых зарасткаў Phragmites communis развіваюцца рдэсты, якія акаймляюць зараслі з двух бакоў, дасягаючы глыбіні 4 метраў. Сярод іх развіваецца Chara fragilis, якая ў пераважнай большасці знаходзіцца каля паўднёва-ўсходняга берага, дзе прыбой пакідае на беразе каменні, гальку ды буйна-зярністы пясок. Такі грунт перашкаджае развіццю падводнай флоры і яе замяняюць пучкі Char'ы сярод больш буйнага галечніка ля берага, якія паступова пераходзяць у суцэльныя зараслі на вялікай глыбіні.

Паўднёвая частка возера з'яўляецца нібы пераходам ад усходняга прыбойнага берага да заходняга забалочанага. Тут на адлегласці 5—20 метраў ад берага ідуць бар'ерныя зараслі Phragmites communis, шырынёй 10—30 метраў, сярод якіх развіваюцца ў вялікай колькасці Potamogeton natans, Nymphaea alba, Nuphar luteut, Polygonum amphibium, якія ў глыбіні вадаёма змяняюцца асацыяцыяй Potomogeton. Паўночная і паўднёва-заходняя часткі возера Першага размешчаны асярод высокіх берагоў, якія захоўваюць іх ад вятроў. Берагі іх акаймлены асацыяцыяй Phragmites communis, Scirpus lacustris з прымессю Glyceria aquatica, мясцамі Acorus calamus, Sagittaria sagittifolia, Nymphaea alba і Nuphar luteum, а на дне пышна развіваецца Stratiotes aloides.

Уся гэта расліннасць стварае ўмовы моцнага забалачвання, якое асабліва моцна выяўлена ў вусці рэчак. Асацыяцыя Phragmites амаль ва ўсім возеры змяняецца ў глыб вадаёма асацыяцыяй Potamogeton. У забалочаных і глiністых мясцах моцна развіты Myriophyllum spicatum і Ranunculus circinnatus альбо Ceratophyllum demersum.

МІКРАФЛОРА

У перыяд абследвання першага возера 11-18/VI і 14-15/VII было знойдзена 116 водарасляў, з іх:

Cyanophyceae 14
Flagellatae 3
Dinoflagellatae 2
Bacillariophyta 57
Zygnemales 2
Desmidiales 8
Volvocales 2
Protococcales 20
Oedogoniales 1
Ulotrichales 4
Siphonales 1
Siphonocladiales 1
Characeae 1

Размеркаванне водарасляў у вадаёме паказана на табл. 1, 2 і 3. Разглядаючы іх, можна назіраць з'яву цвіцення возера, якая выклікалася масавым развіццём Gloeotrichia echinulata. У ліпені далучылася моцнае развіццё Ceratium hirundinella, пры гэтым у паўночным канцы возера (ст. 4, 8) ступень развіцця цвіцення была менш, чым у паўднёвай (ст. 12 і 17), а ў паўночнай і паўднёва-заходняй частцы возера зусім не назіралася, мабыць, познячыся ў развіцці. Ва ўсім возеры ў вялікай колькасці ёсць Cyanophyceae і Bacillariaceae. Desmidiaceae і Protoccocales развіты даволі роўнамерна, але знаходзіліся заўсёды ў невялікай колькасці. Значна менш сустракаецца Flagellatae і Desmidiaceae.

У пелагіялі возера знойдзена 35 форм, з іх:

Cyanophyceae 7
Flagellatae 2
Bacillariaceae 10
Desmidiaceae 5
Volvocaceae 1
Profococcaceae 12

З табліцы 1 фітапланктона пелагічнай вобласці відаць, што дамінуючымі формамі з'яўляюцца Melosira granulata, Asterionella gracillima, Tabellaria fenestrata, Microcystis aeruginosa. Крыху менш выяўлены Dinobruon sertullaria, Staurastrum gracile Microcystis flos aquae, Coelosphaerium dubium, Fragilaria crotonensis; рэдка сустракаліся Anabaena flos aquae, Gyrosigma attenuatum, Cymatopleura eliptica, Surirella.

Некаторыя віды Staurastrum і Pediastrum, Ankistrodesmus falcatus, Kirbchneriella lunaris, Tetraedron gracile і Coelastrum protoscideum сустракаліся толькі адзінкава.

У літаралі возера Першага знойдзена 41 форма

Cyanophyceal 5
Flagellatae 2
Bacillariaceal 7
Зялёных ніткатак 4
Desmidiaceae 7
Volvocales 1
Protococcales 15

Апроч масавага развіцця форм, даючых цвіценне ў літаральнай зоне (гл. табл. 2), ёсць у вялікай колькасці Dinobryon sertu-

llaria, Melosira granulata, Tabellaria fenestrata, Fragilaria crotonensis, Asterionella gracilima. Прадстаўнікі сям'і Chroococraceal сустракаліся таксама ўсюды. З Protococcales вялікай рознастайнасцю форм вызначаюцца Pediastrum'ы, але найбольш часта сустракаюцца Dictyosphaerium pulchellum. Staurastrum gracile ў невялікай колькасці распаўсюджаны амаль ва ўсім возеры. Зялёныя нітчаткі, у склад якіх уваходзяць

Табліца № 1

Фітапланктон пелагіялі воз. Першага

Дата	11 VI	12 VI	13 VI	13 VI	13 VI	14 VI	14 VII	15 VI	14 VII	16 VI	17 VI	14 VII	17 VI
Месца збору (станцыя)	4	8	9	10	11	12		17		18	19		20
Глыбіня ст. (met.)	6,3	8,0	9,05	10.0	9,5	2,0		5,5		58	10		10
Тэмпер. вады на павер.	18,3	17,0	16,8	17,0	17,4	17		19,5		19,6	18,1		18,0
Празрыстасць	2,4	2,4	3,25	3,0	2,6	—		2,25		2,6	2,5		2,2
1. Microcystis aeruginosa	2	2	—	2	1	1	1	3	—	3	3	2	3
2. M. flos-aquae . . .	1	1	—	1	1	1	—	3	—	3	1	1	—
3. Chroococus limneticus	2	1	1	1	1	—	—	3	—	3	1	1	1
4. Coelosphaerium dubium	2	—	2	2	—	2	1	2	2	2	1	1	—
5. Gleotrichia echinulata	1	1	1	2	2	2	1	∞	∞	∞	1	∞	1
6. Anabaena flos aquae .	-	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2
7. Cyanodictyon reticulata	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
8. Dinobryon sertullaria .	3	1	1	1	1	—	3	1	2	—	1	2	—
9. Ceratium hirundinella	5	2	2	1	1	∞	∞	4	5	4	2	∞	2
10. Melosira varians . .	—	—	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—
11. M. granulata . . .	1	—	1	2	2	1	1	5	3	5	5	3	1
12. Cyclotella sp. . . .	1	—	1	1	1	—	—	—	—	—	1	—	2
13. Asterionella gracillima	3	1	2	2	1	—	1	—	2	2	5	—	1
14. Attheya Zachariasi .	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15. Tabellaria fenestrata .	2	1	2	1	1	2	2	5	5	5	5	4	3
16. Fragilaria crotonensis.	1	—	—	—	1	—	2	5	3	5	4	2	—
17. Gyrosigma attenuatum	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
18. Cymatopleura eliptica	—	—	—	1	—	1	—	—	—	1	2	—	—
19. Surirella sp. . . .	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	2	—	—
20. Staurastrum gracile .	1	1	1	1	—	—	1	3	—	1	2	1	2
21. S. anatinum . . .	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
22. S. arachne	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—

Дата	11 VI	12 VI	13 VI	13 VI	13 VI	14 VI	14 VII	15 VI	14 VII	15 VI	17 VI	14 VII	17 VI
Месца збору (станцыя)	4	8	9	10	11	12		17		18	19		20
Глыбіня ст. (met.)	6,5	8,0	9,05	10,0	9,5	2,0		5,5		58	10		10
Тэмпер. вады на павер.	18,3	17,0	16,8	17,0	17,4	17,8		19,5		19,6	18,1		18,0
Празрыстасць	2,4	2,4	3,25	3,0	2.6	—		2,25		2,6	2,5		2,2
23. S. paradoxum . . .	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
24. Cosmarium sp. . .	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
25. Eudorina elegans . .	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
26. Pediastrum simplex .	1	—	—	—	—	2	1	2	—	1	—	—	—
27. P. Kawraiskyi . .	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	1	—	1
28. P. duplex v. clatratum	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	2
29. P. Boryanum v. longicorne	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	1	—	—
30. P. bidentulum . . .	—	—	—	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—
31. Scenedesmus quadricauda	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—
32. Dictyosphaerium pulchellum	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
33. Ankistrodesmus falcatus	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Kirchneriella lunuris .	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Tetraedron gracile .	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
36. Selenastrum gracile .	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37. Coelastrum proboscideum	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Табліца № 2

Фітпланктон літаралі воз. Першага

Дата	16 VI	15 VI	14 VII	14 VII	14 VI	14 VII	14 VII	14 VI	15 VII	12 VI	12 VI	15 VII
Месца збору: Бераг	Заходні				Паўдн.		Усходні				Паўн.	
Месца збору: Станцыя	24	16		30	14		13	22		21	7	
Глыбіня (met.)	1,5	2,5		1,5	1,5		2	1		1	0,75	
Тэмп. вады на павер.	17,6	20,4		—	21,6		20	17,6		17	16,4	
Празрыстасць	—	—		—	—		–	—		—	—	
1. Microcystis aeruginosa .	3	2	1	2	3	2	1	2	2	2	3	3
2. M. flos—aqua	3	2	2	1	1	1	1	2	1	1	1	3
3. Chroococcus limneticus .	1	1	—	1	2	1	1	—	—	1	2	1

Дата	16 VI	15 VI	14 VII	14 VII	14 VI	14 VII	14 VII	14 VI	15 VII	12 VI	12 VI	15 VII
Месца збору: Берраг	Заходні				Паўдн.		Усходні				Паўн.	
Месца збору: Станцыя	24	16		30	14		13	22		21	7	
Глыбіня (met.)	1,5	2,5		1,5	1,5		2	1		1	0,75	
Тэмп. вады на павер.	17,6	20,4		—	21,6		2	17,6		17	16,4	
Празрыстасць	—	—		—	—		—	—		—	—	
4. Coelosphaerium dubium	3	2	2	1	3	1	1	1	1	1	2	2
5. Gleotrichia echinulata	1	∞	∞	∞	∞	4	∞	5	∞	5	∞	3
6. Dinobryon sertullaria	3	3	2	2	1	2	1	—	2	—	1	2
7. Ceratium hirundinella	2	2	5	∞	5	∞	1	2	∞	2	—	2
8. Melosira granulata	5	3	3	2	3	2	1	4	3	4	1	5
9. Cyclotella sp.	1	1	1	—	1	—	1	1	1	1	1	1
10. Tabellaria fenestrata	2	2	2	1	1	—	1	1	1	2	1	2
11. Fragilaria crotonensis	2	2	2	1	—	1	1	1	1	2	1	2
12. Asterionella gracillima	3	2	1	2	3	2	1	—	1	1	—	3
13. Surirella sp.	—	—	1	—	1	—	—	1	—	2	—	1
14. Cymatopleura eliptica	1	1	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1
15. Spirogyra sp.	2	1	2	1	1	2	1	—	—	1	1	—
16. Maugeotia sp.	—	1	2	—	1	2	—	—	—	1	—	—
17. Cosmarium sp.	—	—	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—
18. Closterium moniliferum	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
19. Closterium parvulum	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
20. Staurastrum gracile	1	1	1	—	3	1	1	—	1	—	1	2
21. St. arachne	—	1	—	2	—	—	1	—	—	—	—	1
22. St. paradoxum	—	1	—	—	2	—	—	—	—	—	1	—
23. St. anatinum	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—
24. Pandorina morum	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—
25. Pediastrum clatratum	1	1	—	—	—	—	1	1	—	—	1	1
26. P. duplex v. clatratum	1	2	—	1	—	—	—	1	1	—	—	1
27. P. „ v. reticulatum	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
28. P. „ v. coronatum	—	—	—	—	—	—		—	2	—	—	—
29. P. „ v. candicans	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30. P. muticum	1	2	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—
31. P. Boryanum	1	2	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—
32. P. „ v. longicorne	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—
33. P. biradiatum	1	2	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—
34. Kirchneriella lunuris	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
35. Dictyosphaerium pulchellum	1	3	—	1	—	—	1	1	1	—	1	1

Дата	16 VI	15 VI	14 VII	14 VII	14 VI	14 VII	14 VII	14 VI	15 VII	12 VI	12 VI	15 VII
Месца збору: Бераг	Заходні				Паўдн.		Усходні				Паўн.	
Месца збору: Станцыя	24	16		30	14		13	22		21	7	
Глыбіня (met.)	1.5	2,5		1,5	1,5		2	1		1	0,75	
Тэмп. вады на павер.	17,1	20,4		—	21,6		20	17,6		17	16,4	
Празрыстасць	—	—		—	—		—	—		—	—	
36. Scenedesmus quadricauda	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
37. Coelastrum proboscideum	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
38. Tetraedron gracile . .	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
39. Hydrodictyon reticulatum	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
40. Ulotrix sp.	1	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—
41. Oedogonium sp.	1	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Spirogyra sp., Ulotrix sp., Oedogonium sp. найбольш развіты ў затоках заходняга берага, чым ва ўсходняй частцы, дзе сустракаюцца адзінкава.

Мікрафлора паўночнай і паўночна-заходняй часткі возера адрозніваецца ад галоўнага плёса, набліжаючыся сваім складам да планктона літаралі (гл. табл. 3). Dinobryon sertullaria і Ceratium hirundinella давалі найбольшае колькаснае развіццё. Да вельмі распаўсюджаных форм належаць Microcystis flus aquae, Tabellaria fenestrata і Asterionella gracile.

У параўнанні з галоўным плёсам у гэтых частках павялічваецца колькасць Cyanophyceae і Bacillariaceae.

Параўнаўшы паўночную і паўночна-заходнюю часткі паміж сабой, можна адзначыць большае багацце форм у паўночнай частцы (42), чым у паўночна-заходняй (3). Гэта можна вытлумачыць аднастайнымі ўмовамі забалачвання паўночна-заходняй часткі і стварэннем іншых больш differently разнастайных умоў існавання ў паўночнай частцы.

Паміж двума зборамі матэрыяла прайшоў месяц. Але з прычыны халоднай вясны 1930 г. якаснай змены ў складзе мікрафлоры не назіралася, апрача адзначанага павелічэння Dinobryon sertullaria і Ceratium hirundinella, прычым колькасць апошніх набліжалася да стадыі цвіцення. У іншых групах змены ішлі ў бок павелічэння колькасці форм.

Абрастанне мікрафлоры ідзе галоўным чынам за лік Bacillariaceae, з якіх часцей сустракаюцца Cocconeis placentula, Cymbella sp., Gomphonema subclavatum, Bhoicosphenia curvata.

Апрача гэтага шмат нітчатак, як Oedogonium sp., Coleochaeta scutufa і C. soluta, вельмі распаўсюджаных у абрастаннях разнастайных прадстаўнікоў мікрафлоры.

Табліца № 3

Фітапланктон паўночнай і паўночна-заходняй часткі возера Першага

Месца збору													
Дата	18 VI	11 VI	15 VII	16 VI	11 VI	11 VI	15 VII	11 VI	15 VII	16 VI	16 VI	11 VI	15 VII
Бераг	Паўночная							Паўночна-заходняя					
	Літараль					Пелаг.		Пелаг.		Літараль			
Станцыя	26	1		27	3	2		6		28	29	5	
1. Microcystis aeruginosa	3	1	2	1	3	3	2	2	1	3	3	3	3
2. M. flos-aquae . . .	3	—	2	3	3	2	2	3	2	3	3	4	2
3. Chroococmus licneticus	1	1	—	1	2	2	—	—	1	1	—	1	—
4. Coelosphaerium dubium	1	1	2	1	—	1	—	2	2	2	2	—	—
5. Gleocapsa sanguinea.	—	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	1	—
6. Cyanodictyon reticulata	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
7. Melosira punctata. .	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8. Gloeotrichia echinulata	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	—	1	—
9. Anabaena flos-aquae .	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	—	1
10. Oscillatoria limosa .	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—
11. O. tenuis	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
12. O. sancta	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
13. O. simplicissima . .	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
14. Dinobryon sertullaria.	—	1	5	—	3	3	5	2	5	4	2	3	5
15. Peridinium sp. . .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
16. Ceratium hirundinella.	—	—	5	—	—	—	5	5	5	3	2	2	4
17. Euglena viridis . .	—	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
18. Melosira varians . . .	—	1	1	—	1	—	—	2	1	—	—	—	2
19. M. granulata . . .	—	3	2	—	—	5	2	5	3	—	—	—	2
20. Cyclotella sp. . . .	—	3	—	—	1	2	—	1	—	—	—	—	—
21. Attheya Zachariasi .	—	—	1	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—
22 Tabellaria fenestrata .	2	2	—	2	2	3	—	2	—	—	—	3	2
23. Fragilaria crotonensis.	2	—	—	2	1	1	—	1	—	—	—	3	—
24. Asterionella gracillima.	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	2
25. Gyrosigma attenuatum	1	2	—	1	1	—	—	1	—	2	—	—	—
26. Navicula sp. . . .	—	—	—	—	—	1	1	—	—	2	1	—	—
27. Nitzschia recta . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
28. Surirella sp.	—	—	1	—	1	—	—	1	—	2	1	—	—

Дата	18 VI	11 VI	15 VII	16 VI	11 VI	11 VI	15 VII	11 VI	15 VII	16 VI	16 VI	11 VI	15 VII
Месца збору { Бераг	Паўночная							Паўночна-заходняя					
	Літараль					Пелаг.		Пелаг.		Літараль			
Станцыя	26	1		27	3	2		6		28	29	5	
29. Cymatopleura solea .	—	—	1	—	1	1	1	—	—	2	1	—	—
30. Spirogyra sp. . . .	1	—	1	1	1	—	—	—	—	1	—	—	2
31. Cosmarium Turpinii .	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
32. Closterium monilife-rum	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
33. Staurastrum gracile .	2	—	—	2	3	—	—	2	—	2	—	—	—
34. S. arachne . . .	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
35. S. anatinum . . .	—	2	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
36. S. paradoxum . . .	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—
37. Pediastrum duplex v. clatratum	2	1	1	2	2	2	1	—	1	—	—	1	—
38. P. duplex coronatum.	2	—	-	2	—	—	—	—		—	—	—	—
39. P. Boryanum v. long icorne	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	2	—
40. P. bidentulum . . .	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
41. Tetraedron gracile. .	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
42. Scenedesmus quadri-cauda	1	1	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—
43. Kirchneriella lunaris.	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
44. Dictyosphaerium pul-chellum.	—	1	2	—	—	—	2	1	—	—	—	3	2
45. Coelastrum probosci-deum	1	—	1	—	3	—	—	1	—	-	—	—	—
46. Selenastrum gracile .	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
47. Ankistrodesmus falca-tus	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—

Разглядаючы фітапланктон возера Першага ў цэлым, можна адзначыць, што размеркаванне водарасляў у іх з'яўляецца роўнамерным як у пелагіялі, так і ў літаралі ўсяго вадаёма з невялікім павелічэннем форм усходняга берага паўночнай часткі возера.

Дамінуючае становішча Cyanophyceae і штогадовае цвіценне імі возера, а таксама развіццё нітчатых форм у літаралі гавораць аб тым, што данае возера належыць да ліку еўтрофных азёр па класіфікацыі Thienemann-Naumann'a.

Возера Другое

Другое возера мае асаблівыя ўмовы для размеркавання берагавой расліннасці. Дзейнасць паўдн.-зах., заход. і паўдн.-

зах. пануючых вятроў не ўтварае моцнага прыбоя, а таму надводная макрафлора акаймляе ўсё возера. Вялікія глыбіні нібы адціскаюць раслінnасць да берага, пакідаючы яе толькі ў выглядзе вузкай берагавой паласы. Пашырэнне берегавой зоны раслінnасці магчыма толькі ў дробных глеістых мясцах, якія ўтвараліся пры ўпадзенні ручаёў і рэчак і ў ціхіх затоках возера.

Прыбрэжная раслінnасць возера Другога складаецца галоўным чынам з Phragmites communis і Scrirpus lacustris, якія ў большасці выпадкаў даюць змешаныя зараслі шырынёй ад 0,5 да 2 м. У бухтах і затоках склад раслінnасці match разнастайны і шырыня яе да 10—20 м.

Тут, на забалочаных мясцах, развіваюцца Equisetum limosum, Alisma plantago, Sagittaria sagitifolia, Typha latifolia, Nuphar luteum.

У вусці рэк і ручаёў развіваецца наступная надводная флора, якая паказвае на заглейванне данага месца: Patamogeton natans, Acorus Calamus, Nymphaea alba, Nuphar luteum, Sagiltaria sagittifolia.

Зона рдэстаў возера Другога акаймляе ўсё возера з рознастайнай шырынёй зараслей, у залежнасці ад глыбіні месца, дасягаючы глыбіні 3 м. Найбольш сустракаецца Potamogeton perfoliabus L, Potamogeton lucens, P. pusillus, радзей сустракаецца Potamogeton crispec, P. compressus, P. pectinatus

Myriophyllum spicatum на забалочаных мясцах змяняюць рдэсты ў мелкаводнай станцыі, утвараючы чыстыя зараслі. У глеістых мясцах да Myriophyllum далучаюцца Ranunculus circinatus і R. confervoides.

МІКРАФЛОРА

У час абследвання возера Другога 20-25/VI і 17—20/VII-34 г. знойдзена 87 відаў водарасляў, з іх:

Cyanophyceae	15	Volvocales	14
Flagellatae	2	Ulotrichales	1
Dinoflagellatae	1	Oedogoniales	1
Bacillariaceae	48	Siphonales	1
Zygnemales	3	Siphonocladiales	1
Desmidiales	8	Characeae	1

Назіралася цвіценне возера з моцным развіццём водарасляў Glocotrichia echinulata, Microcystis aeruginosa, M. flos-aquae; у ліпені да іх далучаюцца Ceratium hirundinella ва ўсім возеры. У пелагічнай зоне (гл. табл.):

Tabellaria fenestrata дае цвіценне ў чэрвені; там-жа ў вялікай колькасці знойдзены Mallomonus caudaba, Anabaena flos aquae, A. Lemmermanii, Asterionella gracillima, Melosira granulata, Fragilaria crotonensis і Staurastrum gracile.

Сям. Desmidiaceae і Protococcales развіты роўнамерна ў абмежаванай колькасці па ўсяму вадаёму.

Параўнаўшы па табл. 4 данае абследванне ст. 15, 11, 1 у чэрвені і ліпені, можна адзначыць павелічэнне колькасці Ceratium hirundinella ў ліпені і змяншэнне ліку знаходжання Tabellaria fenestrata. Астатнія формы змяняюцца мала, а таму нельга гаварыць аб іх сезоннай зменнасці.

Табліца № 4

Фітапланктон пелагіялі воз. Другога

Дата	27 VI	26 VI	17 VII	27 VI	25 VI	24 VI	17 VII	28 VI	18 VII	28 VI	22 VI	22 VI
Месца збору (станц.)	16	15		12	13	11		1		20	6	5
Глыбіня (met)	13	13	15	15	12	11	11	17	17	12	11	6
Тэмпература	18,4	19.8	—	18,9	18,8	18,4	—	·8	—	19,4	18	17,8
Празрыстасць	—	2,3	—	2,90	2,2	2,40	—	2,30	—	2,00	—	2,40
Cyanophyceae												
1. Microcystis aeroginosa	—	—	5	4	1	1	5	∞	∞	3	∞	—
2. M. flos-aquae	—	—	—	—	—	—	—	3	∞	3	2	2
3. Chroococcus limneticus	—	—	—	1	—	2	1	3	1	2	2	1
4. Gleocapsa sanguineā	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
5. Coelosphaerium dubium	2	4	5	4	5	—	—	3	5	2	5	—
6. Merismopedia elegant	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—
7. Gleotrichia echinulata	3	1	1	5	4	2	2	2	1	4	3	1
8. Aphanisomenon flos aquae	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
9. Anabaena flos aquae	3	5	1	5	1	2	2	2	3	3	2	3
10. „ Lemmermanni	2	3	1	4	1	1	1	2	2	2	1	1
11. Oscillatoria limosa	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Flagellatae												
12. Mallemonas caudata	3	3	2	4	5	4	3	2	1	1	2	3
13. Dinobryon sertullaria	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Dinophlagellatae												
14. Ceratium hirandinella	5	5	∞	5	4	3	5	5	∞	—	2	2
Bacillariales												
15. Melosira varians	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—
16. M. granulata	2	2	1	2	1	2	2	—	2	4	1	2
17. Cyclotella sp.	1	1	1	1	1	2	3	—	—	—	—	—
18. Tabellaria fenestrata	∞	∞	2	∞	5	∞	3	∞	2	5	∞	∞
19. Fragilaria crotonensis	2	3	—	3	2	3	2	3	2	3	2	2

Дата	27 VI	26 VI	17 VII	27 VI	25 VI	24 VI	17 VII	28 VI	18 VII	28 VI	22 VI	2? VI
Месца збору (станц.)	16	15		12	13	11		1		20	6	5
Глыбіня (met.)	13	13	15	15	12	11	11	17	17	12	11	6
Тэмпература	18,4	19,8	—	18,8	18,8	18,4	—	18	—	19,4	18	17,8
Празрыстасць	—	2,30	—	2,90	2,20	2,40	—	2,30	—	2,00	—	2,40
20. Asterionella gracillima	—	1	1	2	3	2	1	4	2	4	3	3
21. Cymalopleura solea	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—
Zygnemales												
22. Spirogyra sp.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
23. Mougeotia sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Desmidiales												
24. Staurastrum gracile	2	2	3	2	1	1	2	3	2	3	3	2
25. St. arachne	1	1	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
26. St. anatinum	1	1	1	—	—	—	—	—	1	1	—	—
27. St. paradoxum	—	1	—	1	—	1	—	—	1	1	—	—
28. Euastrum verrucosum	—	—	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—
29. Pleurotaenium sp.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Volvocales												
30. Pandorina morum	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31. Eudorine elegans	—	1	—	—	—	—	1	2	1	—	—	2
32. Volvox aureus	—	—	1	—	—	—	—	2	1	—	—	—
Protococcales												
33. Pediastrum duplex sp.	2	3	1	—	—	—	1	2	—	3	—	2
34. P. Duplex v. clatratum	—	—	—	—	—	—	—	2	—	1	1	1
35. „ „ „ genuinum	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36. „ „ „ regulosum	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
37. P. muticum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
38. P Borianum v. granulatum	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
39. P. Borianum v. longicorne	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
40. P. bidentulum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
41. P. biradiatum	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
42. Scenedesmus quadricauda	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
43. Kirchneriella lunaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
44. Dictiosphaerium pulchellum	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	—	—
45. Coelastrum proboscideum	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—

Невялікая шырыня прыбярэжных зараслей макрафітаў возера Другога вядзе да збяднення відамі мікрафлоры літаральнай зоны і яе поўнага падабенства з пелагічнай вобласцю (гл. табл. 5).

Розніца ў колькасці знойдзеных відаў вельмі нязначная: 45 у пелагіялі і 48 у літаралі. Павелічэнне форм ідзе за лік нітчатак Oedogonium sp., Cladophora sp. і Vaucheria sp. У шырокіх зараслях бухт, затон і вусцяў рэчак і ручаёў нітчатыя водарасці знойдзены ў вялікай колькасці. Апрача паданых сустракаюцца Spirogyra sp., S. crassa, Mougeotia sp.

У мясцах з вузкай прыбрэжнай зонай нітчатак амаль няма. Сярод мікрафітаў развіваюцца планктонныя формы, з якіх дамініруючымі з'яўляюцца Aphanisomenon flas aquae, Anabaena flos aquae, Tagellaria fenestrata.

Абрастанне вадзяных макрафітаў адбываецца за лік Bacillariaceae—Cymbella ventricosa, Gomphonema subclavata, G. tenellum, Rhoicosphenia curvaba, Cocconeis placentula, у ціхіх вадах да іх далучаюцца Oedogonium sp. Coleochaete scutata і Stigeoclonium sp.

Наяўнасць цвіцення Cyanophyceae і прысутнасць нітчатых водарасляў, хоць і слаба развітых у берагавой зоне, але не ў залежнасці ад хімічнага складу вады, а ад яго глыбіні, дазваляюць возера Другое залічыць да тыпу еўтрофных азёр па класіфікацыі Thienemann'—Naumann'a.

Возера Трэцяе

Берагавая флора возера Трэцяга складалася з Phragmites communis і Scirpus lac stris ідзе ўздоўж усяго берага, за выключэннем заходняй часткі яго, дзе дзякуючы прыбою, на грунце галькі і пяску берагавыя заараснікі маюць нешырокае бар'ернае размяшчэнне. Усходні бераг і, асабліва, яго затокі і вусце ракі маюць больш шырокую паласу макрафітаў. Тут у забалочаных мясцах развіваюцца Nuphar luteum, Butomus umbellatum, Thypha latifolia, Sagittaria sagittifolia і Glyceria oquatica. Зона рдэстаў ідзе да глыбыні 3-х м, акаймляе ўсё возера і мае такі самы склад, як у возера Другога. Глеістыя месцы заняты Myriophyllum і Ranunculus.

У перыяд абследвання 27/VI, 17/VII у возеры Трэцім знойдзены 63 формы, якія складаюцца з наступных груп:

Cyanophyceae	11	Desmidiales	9
Flagellatae	2	Volvacales	3
Dinoflagellatae	1	Protococcales	12
Bacillariaceae	39	Oedagoniales	1
Zygnemales	1		

Табліца № 5

Фітапланктон літаралі возера Другога

Час збору	22 VI	18 VII	20 VI	18 VII	18 VII	18 VII	18 VII	18 VII	22 VI	18 VII	21 VI
Бераг	З а х о д н і							Усходні			
Месца збору (станцыя)	4	31	14	32	33	34	35	37	3	36	2
Cyanophyceae											
1. Microcystis aeruginosa	∞	3	∞	5	5	∞	∞	5	∞	5	—
2. M. flos-aquae	—	—	—	1	1	2	2	—	—	2	—
3. Chroococcus limneticus	1	1	—	—	—	—	2	2	—	—	—
4. Gleocapsa sanguinea	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
5. Coelosphaerium dubium	2	2	2	2	2	5	5	1	1	4	1
6. Merismopedia elegant	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
7. Gleotrichia echinulata	5	∞	∞	∞	∞	∞	5	—	4	—	—
8. Tetrapedia crux—Melitensis	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
9. Aphanizomenon flos-aquae	1	1	3	2	3	1	1	1	4	1	3
10. Anabaena Lemmermanii	—	—	—	1	—	1	—	—	1	—	—
11. „ flos-aquae	1	1	2	2	2	—	—	1	2	1	1
12. Oscillatoria limosa	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Flagellatae											
13. Mallomonas caudata	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
14. Dinobryon sertullaria	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dinoflagellatae											
15. Ceratium hirundinella	5	4	5	2	3	∞	2	5	2	∞	3
Bacillariales											
16. Melosira varians	—	2	—	1	—	—	—	—	—	1	2
17. M. granulata	—	—	1	—	—	—	2	—	—	2	2
18. Cyclotella sp.	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
19. Tabellaria fenestrata	4	—	5	1	2	1	4	2	4	2	2
20 Fragilaria crotonensis	2	—	2	1	1	1	3	—	—	2	2
21. Asterionella gracillima	5	2	2	1	2	5	5	2	2	3	—
22. Gyrosigma attenuatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
23. Cyclotella solea	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Zygnemales											
24. Spirogyra sp.	2	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—
25. Spirogyra crassa	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
26. Mougeotia sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—

Час збору	22 VI	18 VII	20 VII	18 VII	18 VII	18 VII	18 VII	18 VII	22 VI	18 VII	21 VI
Бераг	З а х о д н і							Усходні			
Месца збору (станцыя)	4	31	14	32	33	34	35	37	3	36	2
Desmidiales											
27. Cosmarium sp.	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
28. Closterium moniliferum	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
29. Staurastrum gracile	2	1	2	—	—	1	—	—	2	—	—
30. St. arachne	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
31. St. anatinum	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
32. Euastrum verrucosum	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
33. Pleurotaenium sp.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Volvocales											
34. Pandorina morum	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
35. Eudorina elegans	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36. Volvox aureus	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Protococcales											
37. Pediastrum duplex sp.	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1
38. P. Borianum v. longicorne	—	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—
39. „ „ „ granulatum	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1
40. P. integrum	—	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—
41. P. Kavraiskyi	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—
42. P. biradiatum	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
43. Scenedesmus quadricauda	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—
44. Dictyosphaerium pulchellum	—	2	—	—	—	2	—	—	—	3	—
45. Coelastrum proboscideum	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—
Oedogoniales											
46. Oedogonium sp.	2	2	1	2	1	1	1	3	3	1	2
Siphonales u. Siphonocladiales											
47. Vaucheria sp.	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—	1
48. Cladophora glomerata	2	2	1	1	1	2	—	3	3	—	3

З табл. 6 відаць, што ў перыяд абследвання возера Трэцяга давала цвіценне Gecotrichia echinulata, Microcystis acruginosa. Дамініруючымі формамі былі: Asterionella gracillima, Melosira granulata, Tabellaria fenestrata, Fragillaria crotonensis, Anabaena flos-aquae, Coelosphaerium dubium як у плёсе, так і ў берагавой зоне. Сям. Protococcales выяўлена галоўным чынам рознастайнымі відамі Pediastrum, але Dic-

Табліца № 6

Фітапланктон воз. Трэцяга

Дата	27 VI	27 VI	17 VII	27 VI	17 VII	27 VI	17 VII	17 VII	17 VII
	Пелагіяль				Літараль				
Месца збору (станц.)	17	18	26	19	19	27	28	29	30
Тэмперат. ля паверхні вады	18,8	1,0	—	18,9	—	—	—	—	1
Празрыстасць	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyanophiceae									
1. Microcystis aeruginosa . .	3	3	∞	∞	∞	5	5	5	5
2. Ml. flos aquae . . .	2	2	—	4	—	—	—	—	2
3. Chroococcus limneticus. .	2	—	1	2	3	—	—	—	2
4. Coelospraerium dubium .	3	2	2	2	1	2	—	—	2
5. Gleotrichia echinulata . .	4	—	4	∞	∞	1	∞	∞	∞
6. Aphanisomenon flos aquae.	—	—	1	—	—	1	—	—	—
7. Anabaena flos aquae . .	3	2	—	2	2	4	—	—	5
8. A. Lemmermanii. . . .	—	—	—	—	—	—	3	3	3
Flagellatae									
9. Mallomonas caudata . .	1	2	1	—	—	—	—	—	—
Dinoflagellatae									
10. Ceratium hirundinella . .	1	—	2	4	5	—	4	3	5
Bacillariales									
11. Melosira varians. . . .	3	3	—	—	—	1	3	2	—
12. M. granulata.	4	4	3	1	1	3	1	—	1
13. Ciclotella sp.	1	—	—	—	—	—	—	—	—
14. Tabellaria fenestratae . .	5	4	3	—	—	4	2	3	4
15. Fragilaria crotonensis . .	2	3	2	—	—	1	—	2	—
16. Synedra ulna.	—	1	—	—	—	1	—	1	—
17. Asterionella gracillima . .	4	5	2	4	3	4	—	4	1
18. Gyrosigma attenuatum . .	—	1	—	1	—	—	—	—	—
19. Cymatopleura solea . . .	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Zygnemales									
20. Spirogyra sp.	—	—	—	—	1	2	2	2	1
Désmidiales									
21. Staurastrum gracile. . .	—	—	2	2	3	—	—	—	1
22. St. arachne	3	—	—	—	—	1	—	—	—
23. Staurastrum anatinam . .	2	—	—	1	1	—	—	1	—

Дата	27 VI	27 VI	17 VII	27 VI	17 VII	27 VI	17 VII	17 VII	17 VII
	Пелагіяль				Літараль				
Месца збору (станц.)	17	18	26	19	19	27	28	29	30
Тэмперат. ля паверхні вады	18,8	18,0	—	18,9	—	—	—	—	—
Празрыстасць	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24. St. paradoxum	1	—	1	—	—	—	—	—	1
25. Euastrum verrucosnm . .	—	—	—	—	—	—	—	1	—
Protococcales									
26. Pediastrum clatratum . .	—	—	—	—	—	1	—	—	1
27. P. duplex sp.	3	—	2	—	—	2	1	—	1
28. P. „ v. clatratum . .	—	—	3	2	2	—	1	—	2
29. P. „ v. regulosum .	—	—	1	—	—	1	—	—	—
30. P. „ v. muticum . .	2	—	—	—	—	1	—	—	—
31. P. Borianum	3	—	2	—	—	1	1	2	1
32. P. „ v. granulatum .	—	—	—	—	—	1	—	—	—
33. P. biradiatum	—	—	—	—	—	1	—	—	—
34. P. bidentulum	2	—	—	—	—	—	—	—	—
35. Hydrodictyon reticulatum .	—	—	—	—	1	1	—	—	—
36. Tetraedron gracile . . .	—	1	1	—	—	—	—	—	—
37. Scenedesmus quadricauda .	1	—	—	—	—	1	1	—	1
38. Dictyosphaerium pulchellum	3	—	3	2	2	—	2	2	1
Oedogoiniales									
39. Oedogonium sp. . . .	—	—	—	—	2	4	3	2	1
Siphonocladiales									
40. Cladophora glomerata . .	—	—	—	—	2	5	3	3	2

tyocphaerium pulchellum сустракаецца больш часта. Сезонная зменнасць выявілася ў змяншэнні колькасці Bacillariaceae, як Asterionella gracile, Tabellaria fenestrata, Melosira granulata. Развіццё нітчатых водарасляў у завадзях усходняга берага ст. 27, 28, прадстаўленае Oedogonium sp. Spirogyra sp. і Cladophora sp. На заходнім беразе колькасць іх значна меншая.

Па тыпалогіі Thienemann-Naumann'а возера Трэццяе можна аднесці да еўтрофных азёр на тых самых падставах, як і возера Другое, на якое яно падобна па фізіка-хімічных даных.

Возера Чацвертае

Макрафлора возера Чацвертага падобна да флоры возера Другога: берегавая зона занята Phragmites communis

з невялікай колькасцю Scirpus lacustris і Glyceria aquatica, якія даюць нешырокую паласу зарасьлей, акаймляючых усё возера. У паўднёвым і паўночным канцы возера паласа надводнай расліннасці пашыраецца і мае характар балотнай флоры. На беразе зараслі асакі, прыбярэжная зона занята Equisetum limosum, Nuphar luteum, Nymphaea alba і Hydrocharis Morsus ranae. Potamogeton perfoliatum, P. lucens, а ў забалочаных мясцах P. compressus і P. pusillus акаймляючыя усё возера.

У перыяд абследвання ад 24/VI і 18/VII возера Чацвертае давала наступны склад водарасляў:

Cyanophyceae	5	Volvocales	3
Flagellatae	1	Protococcales	21
Dinoflagellatae	2	Oedogoniales	1
Bacillariophyta	38	Ulotrichales	2
Desmidiales	4	Siphonocladiales	1

Назіралася моцнае развіццё цвіцення Cyanophyceae-Microsystis aeruginosa, Gleotrichia echinulata.

Anabaena flos-aquae, Microcystis flos aquae, Aphanizomenon flos aquae, Coelosphaerium dubium. разам з формамі цвіцення давалі велізарную масу, якая збіралася ля берагоў у вялікай колькасці і раскладалася на дне вадаёма, рэзка змяншаючы колькасць кіслароду да 3,55 мм на літр.

Планктон возера Чацвертага павялічваецца радам форм, якія не сустракаюцца ў возеры Другім, напр. Atteya Zachariasii, Peridinium sp., Selenastrum gracile, Ankistrodesmus falcatus, Tetraedron gracile, Actinastrum Hantzshii асабліва павялічваецца разнастайнасць відаў Pediastrum.

З паданага відаць, што найбольш спрыяючыя ўмовы ў возеры Чацвертым ствараюцца для сямейства Protococcales. У невялікай колькасці сустракаюцца Desmidiales і зусім не знойдзены Zygnemales. Нітчатыя водаросці ў параўнальна вялікай колькасці знойдзены ў забалочаных канцах возера і складаюцца з Oedogonium.

Усходні і заходні берагі нітчатак маюць параўнальна мала.

Абрастанне надводнай флоры не адрозніваліся па складу ад возера Другога. Моцнае развіццё Cyanophyceae, добра выяўленыя макра і мікрафлора ў забалочаных участках возера сведчаць аб паступовай дыстрафіі возера, і таму яго можна класіфікаваць як еўтрофна-дыстрафіруючы вадаём.

Возера Шостае

Возера Шостае, дзякуючы марэннаму паходжанню, мае ўздоўжны выгляд. Такая канфігурацыя возера адбілася на распаўсюджанні надводнай расліннасці, якая складаецца

з Phragmites communis і Scirpus lacustris і ў выглядзе суцэльнай паласы акаймляе ўсё возера. У паўднёва-ўсходняй частцы зараслей няма на галечным грунце прыбойнага берага. На аналагічным паўночна-ўсходнім беразе ў паўночнай, больш вузкай частцы возера, дзе размываючае дзеянне паўночна усходніх вятроў невялікае, акаймляючая паласа Phragmites'а пераходзіць у бар'ерныя зараслі. Шырыня паласы надводнай флоры на заходнім беразе большая, чым на ўсходнім, максімум развіцця расліннасці назіраецца ў закрытых ад вятроў бухтах. Тут да асноўнай раслінасці Phragmites communis і Scirpur lacustris, у больш глеістых мясцах далучаюцца Scolochloa festucacea, Glyceria aquatica, Acorus calamus, Sagittaria sagittifolia. Nuphar luteum, Nymphaea alba, Hydrocharis Morsus ranae, Equisetum limosum.

Апошнія сведчаць аб забалочванні даных участкаў. Вусці рэчак і ручаёў сваімі наносамі так сама спрыяюць паступоваму заглейванню берагоў. Тут назіраецца развіццё забалочанай раслінасці, як Acorus calamus, Hydrocharis Morsus ranae. Sagittaria sagittifolia. Вусце ракі ўпадаючай у возера не мае падобнай флоры, апрача Sagittaria sagittifolia, што тлумачыцца штогадовым сплазам лесу да істокаў ракі выцякаючай з возера, дзякуючы якому ў гэтай частцы возера шмат дрэўнай кары, ды і сам рух плытаў уздоўж берага перашкаджае развіццю надводнай флоры. Рдэсты ідуць да глыбіні 4 м; утвараючы вялікія плошчы ў паўднёвай і паўночнай частцы возера. Найбольш распаўсюджаны Potamogeton lucens і P. pusillus.

У забалочаных мясцах, асабліва ля заходняга берага, сустракаецца вялікая колькасць Myriophyllum spicatum і Ranunculus circinatus.

У паўночнай частцы возера назіраецца моцнае развіццё Elodea canadensis, дзе яна сустракаецца суцэльнымі зараснікамі. У паўднёвай частцы возера Elodea менш распаўсюджана, тут яна развіваецца толькі асобнымі пучкамі.

МІКРАФЛОРА

У перыяд абследвання Шостага возера ад 8-II/VII і 22–24/VIII знойдзены 82 формы водарасляў, з іх:

Cyanophyceae	14	Volvocales	4
Flagellatae	1	Protococcales	11
Dinoflagellatae	2	Oedogoniales	1
Bacillariophyta	44	Ulotrichales	1
Zygnemales	4	Siphonocladiales	1
Desmidiales	4	Characeae	1

Цзіценне возера назіралася як у першую палову ліпеня, так і ў канцы жніўня, дзякуючы масаваму развіццю Aphanisomenon flos-aqnae і Anabaena flos-aquae

Табліца № 7

Фітапланктон воз. Чацвертага

Дата	24 VI	24 VI	24 VI	24 VI	18 VII	24 VI
Месца збору	Пелагіяль			Літараль		
	22	23	25	21	38	24
Тэмпер. вады	—	20,2	21,6	—	—	—
Празрыстасць	0,75	—	—	—	—	—
Cyanophyceae						
1. Microcystis aeruginosa	∞	∞	∞	∞	∞	∞
2. M. flos-aquae	3	3	3	3	2	3
3. Chroococcus limneticus	1.	—	1	2	—	—
4. Gleotrichia echinulata	∞	∞	∞	∞	∞	∞
5. Aphanisomenon flos-aquae	2	3	3	3	2	3
6. Anabaena flos aquae	5	5	5	∞	∞	∞
7. „ Lemmermanni	5	5	4	5	5	5
8. Oscillatoria tenuis		—	—	2	2	1
Flagellatae						
9. Mollomonos caudata	1	—	—	2	—	—
10. Dinobryon sertullaria	—	1	—	1	—	—
11. Trachelomonos sp.	—	—	—	2	—	—
Dinophlagellatae						
12. Peridinium sp.	—	—	—	3	—	—
13. Ceratium hirundinella	4	5	3	—	—	—
Bacillariales						
14. Melosira varians	1	—	—	—	—	—
15. M. granulata	3	3	2	4	—	—
16. Ciclotella sp.	—	2	1	2	—	—
17. Attheya Zachariasi	1	1	—	1	—	—
18. Fragillaria crotonensis	—	1	2	3	—	3
19. Tabelaria fenestrata	—	1	2	2	—	—
20. Synedra ulna	—	—	—	—	1	1
21. Asterionella gracillima	2	3	2	3	—	—
22. Gyrosigma attenuotum	—	—	—	1	—	—
Desmidiaceae						
23. Staurastrum gracile	1	—	—	3	—	—
24. St. arachne	—	1	—	—	—	—
25. St. paradoxum	—	—	—	1	—	—

Дата	24 VI	24 VI	24 VI	24 VI	18 VII	24 VI
Месца збору	Пелагіяль			Літараль		
	22	23	25	21	38	24
Тэмпер. вады	—	20,2	21,6	—	—	—
Празрыстасць	0,75	—	—	—	—	—
Volvocales						
26. Pandorina morum. . . .	—	—	—	2	—	1
27. Eudorina elegans	—	—	—	2	—	—
28. Volvox aureus.	—	—	—	1	—	—
Protococcales						
29. Pediastrum clatratum. . .	1	1	—	1	—	—
30. P. duplex sp.	—	2	1	1	—	—
31. P. „ v. genuinum . .	—	—	—	1	—	—
32. P. „ v. regulosum . .	—	—	1	1	—	—
33. P. „ v. muticum . .	—	1	—	2	—	—
34. P. Borianum v. longicornae.	—	1	—	2	—	—
35. P. biradiatum	—	1	—	1	—	—
36. P. bidentulum	—	—	1	1	—	—
37. P. Kawraiskyi	—	—	—	1	—	—
38. P. Tebras v. excisum . .	1	—	—	—	1	—
39. P. tricornutum.	—	—	—	1	—	1
40. Chlorella vulgaris. . . .	1	1	—	—	—	—
41. Richteriella botryoides . .	—	—	—	1	1	—
42. Tetraedron gracile . . .	—	—	—	1	—	1
43. Scenedesmus quadricauda .	1	1	—	1	—	—
44. Kirchneriella lunaris . . .	—	—	—	1	—	—
45. Selenastrum gracile . . .	1	—	—	1	—	1
46. Dictyesphaerium pulchellum.	1	—	1	2	—	1
47. Ankistrodesmus falcatus . .	—	—	—	1	—	—
48. Actinastrum Hantzschii . .	—	1	—	1	1	—
49. Coelastrum proboscideum .	—	—	1	1	—	—
Oedogoniales						
50. Oedogonium sp.	1	2	1	3	1	1

Сярод форм планктона пелагіялі (гл. табл. 8) у вялікай колькасці прадстаўлены Bacillariaceae. З іх Asterionella gracile, Fragilaria crotonensis і Melosira granulata займаюць дамінуючае становішча.

Табліца № 8

Фітапланктон пелагіялі воз. Шостага

Дата	8 VII	8 VII	27 VIII	9 VII	27 VIII	9 VII	9 VII	27 VIII	10 VII	27 VIII	10 VII	10 VII
Месца збору	16	18		20		21	22		25		26	27
Тэмперат. вады	25,2	26,4		25,4		26.2	26.4		23,4		24,4	25
Празрыстасць	3.5	3,5		3,8		4,2	5,0		4,3		4,1	4.6
1. Microcystis aeruginosa .	1	2	2	—	2	—	—	2	2	2	—	–
2. M. flos aquae	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
3. Chrooccocus limneticus .	—	—	—	1	1	—	1	1	—	—	—	1
4. Coelosphaerium dubium .	—	1	1	—	—	—	—	—	1	—	—	—
5. Gleotrichia echinulata .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
6. Aphanizomenon flos aquae	2	∞	∞	∞	∞	3	2	∞	∞	∞	3	3
7. Anabaena flos-aquae . .	4	3	—	4	—	3	3	1	2	—	2	2
8. A. Lemmermannii. . .	—	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—
9 Anabaena sp.	2	2	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—
10. Dinobryon sertullaria .	2	2	—	1	—	2	2	—	1	—	—	1
11. D. sociale	2	—	—	2	—	2	2	—	—	—	—	1
12. Peridinium sp.. . . .	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13. Ceratium hirundinella .	3	2	2	1	1	—	1	2	2	1	—	1
14. Melosira granulata . .	2	3	—	4	—	2	2	—	2	—	3	3
15. Cyclotella sp.	—	1	1	—	—	1	1	—	1	1	1	—
16. Attheya Zachariasi . . .	1	–	—	1	—	2	1	—	—	—	1	—
17. Tabellaria fenestrata . .	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—
18. Fragilaria crotonensis	2	2	2	2	3	2	1	2	1	2	2	2
19. Asterionella gracillima .	4	4	1	2	—	4	4	1	1	—	1	1
20 Staurastrum gracille . .	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
21. Eudorina elegans . . .	2	3	1	3	1	2	2	1	1	—	1	2
22. Volvox aureus. . . .	3	2	1	3	1	3	3	1	1	1	3	4
23. Pediastrum duplex . .	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24. P. duplex v. clatratum .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—
25 P. coronatum	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
26. P. biradiatum	—	—	—	—	—	1	—	—	1	-	—	—
27. Scenedesmus quadricauda	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28. Kirchneriella lunaris . .	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
29. Dictyosphaerium pulchellum	1	1	—	2	—	2	—	—	1	—	1	2
30. Coclastrum proboscideum	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Фітапланктон літа

Дата	7 VII	8 VII	22 VIII	8 VI	9 VII	23 VIII	9 VII
Месца збору: Берагʼ	У	с	х	о	д	н	і
Месца збору: Станцыя	1	2		12	11		10
Глыбіня	1	1,5		1	2		1,5
Тэмпература	27,0	27,0	26,2	27,3	27,0	27,0	26,0
1. Microcystis aeruginosa	2	2	1	2	1	1	2
2. M. flos-aquae	—	—	—	—	—	—	—
3. Chroococcus limneticus	2	1	—	—	—	—	1
4. Coelosphaerium dubium	2	2	—	—	—	—	—
5. Gleocapsas sanguinea	2	2	—	—	—	—	—
6. Merismopedia elegans	1	1	—	∞	—	∞	1
7. Gleotrichia echinulata	—	—	—	—	—	—	—
8. Aphanisomenon f. aquae	5	∞	∞	2	∞	∞	∞
9. Anabaena f. aquae	5	4	—	2	∞	3	2
10. „ sp.	4	4	—	2	—	1	1
11. Oscillatoria limosa	1	—	—	—	—	—	—
12. Dinobryon sertullaria	5	2	—	—	—	1	1
13. Euglena sp.	—	—	—	—	—	—	3
14. Ceratium hirundinella	—	—	—	1	5	—	—
15. Melosira varians	2	3	2	2	2	2	4
16. M. granulata	3	—	—	—	—	—	—
17. Attheya Zachariasi	2	—	—	—	—	—	—
18. Cyclotella sp.	—	—	—	—	—	—	—
19. Tabellaria fenestrata	2	2	—	—	—	—	—
20. Fragilaria crotonensis	5	2	3	—	2	3	—
21. Asterionella gracillima	2	2	—	—	—	—	—
22. Cocconeis placentula	1	1	—	—	—	—	—
23 Gyrosigma attenuatum	1	—	—	—	—	—	—
24. Navicula sp.	1	—	—	—	—	—	—
25 Gomphonema sp.	1	1	1	—	1	—	—

Табліца № 9

ралі воз. Шостага

10 VII	9 VII	23 VIII	9 VII	9 VII	9 VII	22 VIII	9 VII	9 VII	22 VIII
Паўн.	З а х о д н і							Паўдн.	
23	9		8	7	17—6		5	19 - 4	
1	0,75		1	1,5	2		1	1,5	
26,2	28,0	28,5	27,0	28,0	27,0	26,0	27,0	26,0	25,5
—	1	1	1	1	—	1	—	—	—
—	—	—	1	—	—	1	—	—	—
—	—	2	1	—	—	—	—	—	1
—	—	—	1	—	—	1	—	—	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
—	—	—	∞	—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	2	2	2	—	—
—	—	—	∞	∞	∞	∞	∞	∞	2
—	3	1	—	∞	2	—	2	3	—
—	—	—	1	—	—	—	1	1	—
—	—	1	—	—	—	3	—	—	—
1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
3	—	—	—	3	—	—	3	—	—
—	2	2	—	—	—	2	—	2	—
1	2	2	—	—	2	2	1	3	—
—	—	—	2	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3	—	—	3	1	2	—
1	4	—	5	4	2	—	2	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Дата	8 VII	8 VII	22 VIII	8 VI	9 VII	23 VIII	9 VII
Месца збору: Бераг	Усходні						
Месца збору: Станцыя	1	2		12	11		10
Глыбіня	1	1,5		1	2		1,5
Тэмпература	27,0	27,0	26,2	27,3	27,0	27,0	26,0
26. Cymbella sp.	1	1	1	—	—	—	—
27. Amphora ovalis	5	4	—	—	—	—	—
28. Epitemia sebra v. saxonica	1	—	—	—	—	—	—
29. Cymatopleura solea . . .	1	—	—	—	1	—	—
30. Spirogyra sp.	1	1	3	—	—	—	—
31. Mougeotia sp.	—	2	—	—	—	—	—
32 Zygnema sp.	—	—	—	—	—	—	—
33. Cosmarium Turpinii . . .	1	1	—	—	—	—	—
34. „ humile . . .	1	—	—	—	—	—	—
35. Closterum moniliferum . .	—	—	—		—	—	—
36. „ parvulum . . .	—	—	—	—	—	—	—
37. Staurastrum gracile . . .	1	—	—	—	—	—	—
38. Pleurotaenium sp.. . . .	—	—	—	1	—	—	—
39. Pandorina morum. . . .	1	2	—	—	1	1	3
40. Eudorina elegans	1	2	—	2	2	2	2
41. Volvox aureus	1	3	3	3	3	5	—
42. Pediastrum clatratum . . .	1	1	—	—	—	—	—
43 P. muticum	—	1	—	—	—	—	—
44. P. biradiatum	—	1	—	—	—	—	—
45. P. bidentulum	1	1	—	—	—	—	—
46. Scenedesmus quadricauda .	1	1	1	—	—	—	—
47. Selenastrum gracile . . .	—	1	—	—	—	—	—
48. Dictyosphaerium pulchellum	2	1	—	—	—	—	3
49. Oedogonium sp.	1	1	—	—	—	—	—
50. Cladophora sp.	—	—	3	—	—	—	—
51. Hydrodictyon	—	—	—	—	—	1	—

10 VII	9 VII	23 VIII	9 VII	9 VII	9 VII	22 VIII	9 VII	9 VII	22 VIII
Пауд.	З	а	х	о	д	н	і	П а ў д н.	
23	9		8	7	17—6		5	19—4	
1	0,75		1	1,5	2		1	1,5	
26,2	28,0	28,5	27,0	28,0	27,0	26,0	27,0	26,0	25,5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	1	—	—
—	5	2	5	5	2	3	2	1	1
—	2	3	2	2	2	2	1	1	1
—	—	2	2	—	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2	—	—	—	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	2	—	2	2
—	—	—	—	—	—	1	2	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Volvorx aureus' Eudorina elegans, Ceratium hirundinella i Dinobryon sertellaria сустракаюцца скрозь таксама ў вялікай колькасці. Малае развіццё даюць Microcystis aureus; Dictyosphaerium pulchellum.

Астатнія Protococcales i Desmidiales распаўсюджаны ў вялікай колькасці. Gleotrichia echinulata, Peridinium sp. i Pediastrum сустракаюцца адзінкава. Пры параўнанні табл. 9 форм берагавой зоны і табл. 8 водарасляў плёса, нельга выявіць рэзкай розніцы, чаго і трэба было чакаць, маючы невялікі вадаём без рэзка выяўленых асаблівасцей пелагічнай і літаральнай вобласці. Можна адзначыць у планктоне плёса формы, не знойдзеныя ў літаралі, як Peridinium sp., Cyclotella sp., Kirchneriella lunula i Coelosphaerium dubium.

Літаральная зона дае пераважную колькасць Bacillariaceae, Volvocales i Zygnemales.

Дамінуючае становішча ў планктоне маюць Melosira varians, Fagilaria crotonensis, Microcystis aeruginosa, Volvox aureus, Eudorina elegans, Asterionella gracile.

Сярод берагавой зоны развіваюцца (ст. 8, 9) шмат ніт-чатых водарасляў, прадстаўленых, галоўным чынам, Spirogyra sp., Mougeotia sp., Zygnema sp., Oedogonium sp. i Melosira varians.

Desmidiaceae, як Pleurotaenium trabecula, Staurastrum gracile, віды Cosmarium i Closterium сустракаюцца адзінкава. З сямейства Protococcales найбольшай featuring разнастайнасцю вызначаюцца Pediastrum'ы, але больш часта сустракаецца Dicyosphaerium pulchellum. У літаральнай зоне знойдзены рад Bacillariaceae, якія не сустракаюцца ў плёсе возера, напр. прыдонныя формы Gyrosigma attenuata, Cymatopleura solea, Navicula sp. i формы, трапіўшыя ў планктон з раслінасці біяцэноза надводнай флоры, сярод якіх браліся пробы. Вусці ўпадаючых рэк, з якіх браліся пробы на адлегласці каля 50 м ад упадзення ў возера (ст. 19, 17, 6, 25), не даюць асабліва новых форм для характарыстыкі возера. Абрастанне макрафітаў, як і ў іншых азёрах, ідзе за кошт дыятомавых водарасляў. Найбольш развіты Cocconeis placentula, Gomphonema Subclavatum, Rhoicosphaenia curvata, Cymbella sp., Oedogonium sp., Stigeoclonium sp., Coleochaete scutata, C. solium. Не гледзячы на даўжыню, розніца паміж мікрафлорай з поўначы і поўдня не назіралася, што відаць з параўнання ст. 23 і 4.

Суміруючы ўсё паданае, можна, па-першае, адзначыць, што возера Шостае па развіццю водарасляў з'яўляецца даволі аднастайным вадаёмам, без рэзка выяўленай розніцы паміж літаральнай і пелагічнай вобласцю. Па-другое, прымаючы пад увагу наяўнасць цвіцення возера Cyanophyceae, а таксама развіцця ў літаральнай зоне нітчатых форм во-

дарасляў, возера Шостае можна залічыць да тыпў еўтрофных азёр па класіфікацыі Thienemann-Naumann'a.

Возера Сёмае

Сёмае вазера акаймлена нешырокай паласой Phragmites communis і Scirpus lacustris з вялікай колькасцю Acorus calamus і Glyceria aquatica. Затокі паўпочнай і паўднёвай часткі возера паступова заглейваюцца. на дне заток маса раслінных рэштак, якія маюць пах серавадарода. Ва ўсіх затоках зона берагавой флоры расшыраецца, тут пераважная большасць Scirpus lacustris і Equisetum limosum, шмат Numphae luteum, Hydrocharis Morsus ranae, Sagittaria sagittifolia і Lemna trisulca.

Уся гэта расліннасць сведчыць аб забалочванні даных заток.

Зона Potamogeton акаймляе амаль усё возёра, за выключэннем усходняга берага, дзе выцясняецца Elodea canadensis. Мясцамі Elodea дае суцэльныя зараслі. У заглееных затоках шмат Myriophyllum spicatum і Ceratophyllum demesrum.

МІКРАФЛОРА

Адрозненне воднага рэжыма, глыбіні і тэмпературы возера Сёмага ад возёра Шостага не столькі адбілася на макрафлоры, колькі на мікрафлоры. Малая прагрэўаемасць вады дае меншую колькасць водарасляў. Усяго знойдзена 56 форм, з іх:

Cyanophyceae	8	Volvocales	3
Flagellatae	1	Protococcales	2
Dinoflagellatae	1	Oedogoniales	1
Bacillariaceae	38	Ulotrichales	2
Zygnemales	1	Siphonocladiales	1
Desmidiales	4	Characeae	1

У перыяд абследвання 18-II/VII і 25/IX у возеры Сёмым цвіцення не назіралася і, паводле слоў мясцовых жыхароў, возера не дае цвіцення. Трэба думаць, што гэта думка склалася на падставе адсутнасці моцнага развіцця Cyanophyceae. з якім жыхары знаёмы па возеру Шостаму. Масавае развіццё Bacillariaceae або Flagellatae, мабыць, адбываецца непрыкметна для няўзброенага вока назіральніка. Развіццё Ceratium hirundinella па колькасці набліжалася да стану цвіцення. Пераважаючымі формамі возера з'яўляюцца Dinobryon sertullaria, Dinobryon sociale, Fragilaria czotonensis, Tabllaria fenestrata, Asterionella gracillima.

У меншай меры прадстаўлены Staurastrum gracile, Volvox aureus, Dictyosphaerium pulchellum. Усе формы планктона

развіты аднолькава як у берагавой зоне, так і на плёсе. Развіццё нітчатак у берагавой паласе параўнальна невялікае, апрача заток, дзе яны прадстаўлены Mougeotia sp., Spirogysa sp., Oedogonium і Cladophora.

Планктон возера Сёмага можна ахарактарызаваць як тып „цэраціўмавы", у той час як у Шостым возеры дамінуюць Cyanophyceae. Возера Сёмае па свайму воднаму рэжыму, адсутнасці цвіцення Cyanophyceas, слабаму развіццю нітчатых водарасляў можна залічыць па класіфікацыі Thienemann-Naumann'а да аліга-еўтрофнага тыпу.

Глеістыя затокі возера надаюць яму еўтрафію, бо ў гэтых мясцах, пад аховай макрафітаў, узрастае колькасна і змяняецца якасна склад воднай флоры.

Возера Пятае

Возера Пятае належыць да басейна Заходняй Дзвіны. У яго ўпадае некалькі ручаёў і канаў, праведзеных з мэтай асушкі лугоў і балот.

На распаўсюджванне мікрафлоры возера Пятага ўплывае яго ўздоўжны выгляд.

Усё возера, за выключэннем яго невялікай паўднёвай часткі, акаймлена зараслямі Phragmites communis і Scirpus lacustris, шырынёй у 1—2 м. Паласа зарасцей надводнай расліннасці паступова расшыраецца ў забалочваемых залівах, закрытых поўастравамі ад дзеяння вятроў. Прыкрыццё вялікага поўвострава ўсходняга берага расшыраецца і на паўднёва-ўсходнюю частку берага, дзе бар'ерныя зараслі, паступова павялічваюцца і пераходзяць у вялікія зараслі дасягаючы да 100 м шырыні. У глыбіні забалочваючайся затокі пераважае Scirpus, у бар'ерных-жа зараслях Phragmites на пясчаным грунце. Бар'ерныя зараслі з двух бакоў акаймлены Potamogeton natans, Nuphar luteum. Паміж імі ў забалочаным участку шмат Hydrocharis Morsus ranae і sagittaria sagitt folia. На дне былі знойдзены Chara fragilis, Najas minor, Fonfinalis antipyretica. Пры ўпаданні ў возера ручаёў, дзякуючы наносам, адбываецца паступовае заглейванне возера. Дно запоўнена рэшткамі раслін. У гэтых мясцах да асноўнай расліннасці Scirpus і Phragmites далучаецца stratiotes aloides, Acorus calamus, Butomus umbellatus, Alisma plantago, Hydrocharis morsus ranae. За цвёрдай надводнай флорай ідзе зона рдэстаў, распаўсюджаная да глыбіні 4 м. Сярод рдэстаў найбольшае значэнне маюць Potamogeton lucens, P. perfoliatus, P. crispus і Potamogeton compressus. У больш забалочаных участках сустракаюцца Myriophyllum spicata, Ranunculus circinatur, Ceratophyllum demersum і Najas minor, якія замяняюць сабой рдэсты.

Фітапланктон воз. Сёмага *Табліца № 10*

Дата	11/VII	10/VII	8/VII	10/VII	10/VII	10/VII
Месца збору —	Пелагіяль		Пра-повка	Літараль		
Станцыя	28	29	3	13	14	15
Тэмпер. ля паверх. (C°)	24,2	24,5	—	—	—	—
Празрыстасць	7,2	7,0	—	—	—	—
1. Microcystis aeruginosa	—	—	3	—	—	—
2. Chroococcus limneticus	—	—	2	—	1	1
3. Merismopeda elegans	—	—	1	—	1	—
4. Gleotrichia echinulata	1	—	2	—	—	—
5. Aphanisomenon flos aquae	—	—	5	—	—	—
6. Anabaena flos aquae	—	—	2	—	—	—
7. A. variabilis	1	1	2	—	—	—
8. Spirulina subtilissima	—	—	—	—	1	—
9. Mallomonas caudata	1	1	1	—	—	—
10 Dinobryon sertullaria	3	2	1	1	—	2
11. D. sociale	1	1	1	2	1	1
12. Ceratium hirundinella	5	4	3	3	3	5
13. Melosira varians	1	—	—	—	—	—
14. M. granulata	—	—	—	1	—	1
15. Tabellaria fenestrata	1	1	4	2	—	2
16. Fragilaria crotonensis	3	2	—	3	2	2
17. Synedra ulna	1	—	—	—	1	1
18. Asterionella gracillima	3	3	2	4	3	3
19. Cocconeis placentula	—	—	1	—	1	1
20. Cymbella ventricosa	—	—	1	—	1	—
21. Epithemia sebra v. saxonica	—	—	—	—	1	—
22. Cymatopleura solea	—	—	—	2	—	—
23. Spirogyra sp.	—	—	1	—	—	—
24. Mougeotia sp.	—	—	1	—	3	1
25. Staurastrum gracile	—	—	—	—	1	1
26. S. anatinum	2	1	1	2	—	2
27. S. arachne	—	1	—	—	1	—
28. Eudorina elegans	—	—	—	—	1	2
29. Volvox aureus	2	1	1	—	—	2
30. Scenedesmus quadricauda	—	1	1	—	2	—
31. Dictyosphaerium pulchellum	1	1	3	2	2	1
32. Oedogonium sp.	—	—	—	—	2	1
33. Cladophora sp.	—	—	—	—	2	—
34. Vaucheria sp.	—	—	—	—	1	—

МІКРАФЛОРА

Пры абследванні возера Пятага ў перыяд 1-2/VII і 20-21/VII знойдзена 96 відаў водарасляў, якія складаліся з наступных груп:

Cyanophyceae	14	Protococcales	11
Flagellatae	2	Oedogoniales	1
Dinoflagellatae	1	Ulotrichales	2
Bacillariophyta	48	Siphonales	1
Zygnemales	2	Siphonocladiales	1
Desmidiales	9	Characeae	1
Volvocales	2		

У перыяд усяго абследвання назіралася цвіценне ва ўсім возеры Gleotrichia echinulata, да якой у канцы ліпеня далучаецца масавае развіццё Dinolryon sertullaria. Параўнальна нешырокія зараслі берагавой зоны возера Пятага не ствараюць рэзкай розніцы ў планктоне літаралі і пелагічнай вобласці, што відаць з табл. 11 і 12.

У літаральнай зоне знойдзена 46 відаў водарасляў у пелагічнай—25. Павелічэнне колькасці водарасляў, у літаралі ідзе за лік развіцця Chlorophyceae, у прыватнасці нітчатак, Desmidiales і Protococcales. З табліцы фітапланктона літаралі (№ 12) можна бачыць, што сярод асацыяцыі надводнай флоры найбольшае развіццё мае Anabaena flus-aquae, Microcystis aeruginosa, Coelosphaerium dubium, Melosira varians, Asterionella gracile. У вялікай колькасці развіваюцца нітчаткі, як Spirogyra sp., Mougeotia sp., Oedogonium sp. і Cladophora.

Параўноўваючы па табл. 12 распаўсюджанне асобных відаў заходняга і ўсходняга берага, а таксама паўночнай і заходняй паўднёвай часткі берага можна сказаць, што паданыя пераважаючыя формы распаўсюджаны больш-менш роўнамерна па ўсей берагавой зоне. На забалочаным усходным беразе ў вялікай колькасці знойдзены Desmidiales, асабліва вызначаюцца ў гэтых адносінах ст. 2 і 3, дзе апрача агульных для ўсяго вадаёма Staurastrum gracile і Closterium moniliferum ёсць Cosmarium granulatum, C. humile, Closterium parvulum, Euastrum verrucosum.

Паўднёвы і паўночны берагі даюць аднолькавыя формы. У большай колькасці развіты такія формы, як Cyanophyceae і Protococcales, што тлумачыцца большым праграваннем паўднёвай часткі возера, як больш плыткай, чым поўночная частка.

Абрастанне воднай расліннасці ідзе галоўным чынам за лік дыятомавых і шматклетачных Chlorophyceae. Найбольш развіты Cocconeis pediculus, Gomphonema constrictum, G. tenella, G. subclavatum, Cymbella ventricosa, Rhoicosphenia curvata, Sjnedra sp., а таксама Oedogonium sp., Coleochaete scutata і Coleochaete soluta.

Таблица № 11

Фітапланктон пелагіялі воз. Пятага

Дата	1 VIII	20 VII	1 VII	1 VII	20 VII	2 VII	2 VII	2 VIII	20 VII	2 VII	2 VII	20 VII	—
Месца збору (станцыя)	13		14	15		16	17	18		19	20		21
Глыбіня станцый	8 m		8m	10 m		6 m	4,75	6 m		5 m	9,75		4,8
Тэмпер. ля паверх. (C°)	21,0		21,0	21,0		21,2	21,2	21,2		21,4	21,3		22,2
Празрыстасць	6,5		5,5	5,0		5,5	5m	5,1		3,5	4,2		3,2
1. Microcystis aeruginosa Kutz.	—	—	—	2	—	1	—	2	2	1	3	1	4
2. M. flos-aquae (Witte) Kirchn.	—	—	—	1	—	1	—	1	—	1	1	1	3
3. Chroococcus limneticus Lemm	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
4. Coelosphaerium dubium Grunow. . . .	—	—	—	2	—	—	1	2	—	1	2	1	3
5. Merismopedia elegans A. Braun.	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	1
6. Gleotrichia echinulata Richt.	∞	∞	5	4	3	4	1	2	2	3	2	∞	∞
7. Aphanizomenon flos-aquae (Z.) Baltr. . .	1	—	2	1	—	—	—	1	—	—	1	1	1
8. Anabaena flos-aquae Brebiss.	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
9. An. Lemmermanni P. Richter	—	—	2	1	—	2	2	2	—	1	1	—	—
10. Anabaena sp. . . .	—	—	3	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
11. Mallomonas caudata Iwanoff.. . . .	3	—	3	4	—	2	2	3	—	1	—	1	1
12. Dinobryon sertallaria Erenb.	5	5	4	3	—	3	2	3	—	3	2	∞	2
13. D. sociale Erenb. . .	3	—	2	1	—	1	—	1	2	1	—	1	—
14. Ceratium hirundinella Maller.	5	2	5	4	∞	4	3	3	∞	2	2	∞	1
15. Melosira granulata Ralfs.	2	1	4	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1
16. Cyclotella sp. Ktz. .	—	—	—	2	—	—	1	1	—	—	—	—	—
17. Tabellaria fenestrata Kutz.	2	1	5	2	1	3	1	1	1	2	1	1	1
18. Fragilaria ctotonensis Kitton.	2	2	3	3	1	2	1	1	1	2	1	1	1
19. Asterionella gracillima Keiberg.	3	1	4	1	1	3	2	2	1	3	3	1	1
20. Cosmarium Turpinii Breb. . , ...	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
21. Staurastrum gracile .	1	—	1	—	—	1	—	—	1	—	1	—	—
22. Closterium monil ferum	1	—	1	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—
23. Cl. strigosum Breb .	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
24. Pediastrum clatratum Lem.	1	—	1	—	—	1	1	—	—	1	—	—	—
25. P. biradiatum Meyer .	1	—	1	1	—	1	1	1	—	2	1	—	1
26. Tetraedron gracile Hans.	1	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1	—	—
27. Eudorina eleg. Erenb.	1	—	1	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—

Фітапланктон літа

Дата	1 VII	2 VII	2 VII	20 VII	2 VII	20 VII
Месца збору: Берараг	З	а	х	о	д н	і
Месца збору: Станцыя	5	7	8		12	
Глыбіня ў метрах	1,5	2	2		1,5	
1. Microcystis aeruginasa	4	3	2	2	2	2
2. Mic. flos-aquae	2	1	1	1	1	—
3. Chroococcus limneticus	—	1	—	—	—	—
4. Coelosphaerium dubium	3	3	1	2	1	2
5. Merismopedia elegans	—	—	—	—	—	1
6. Dactylococcopsis rhaphidioides	—	—	—	—	—	—
7. Gleotrichia echinulata	∞	∞	5	∞	∞	∞
8. Aphanizomenon flos aquae	—	—	—	2	—	—
9. Anabaena flos aquae	2	1	1	1	1	1
10. Anabaena Lemmermanni	2	1	—	1	1	—
11. Anabaena sp.	4	3	—	1	1	—
12. Mallomonas caudata	—	2	—	—	—	—
13. Dinobryon sertullaria	4	5	2	5	4	3
14. Dinobrijon stipitatum	1	2	—	1	1	1
15. Peridinium sp.	—	—	—	—	—	—
16. Ceratium hirundinella	3	2	3	5	4	5
17. Melosira granulata	2	1	3	3	2	2
18. Tabellaria fenestrata	1	2	2	1	1	2
19. Fragilaria crotonensis	1	1	2	1	—	—
20. Asterionella gracillima	4	4	4	1	2	3
21. Spirogyra sp.	2	1	2	—	1	2
22. Mougeòtia sp.	1	2	1	—	2	2
23. Cosmarium Turpinii	—	—	—	—	—	—
24. Co. laeve	—	—	—	—	—	—
25. Co. humile	—	—	—	—	—	—
26. Closterium moniliferum	—	—	—	—	—	1
27. C. parvulum	—	—	—	—	—	—
28. Staurastrum gracile	2	—	—	—	—	1
29. Euastrum verrucosum	—	—	—	—	—	—
30. Pandorina morum	—	2	—	3	—	—
31. Eudorina elegans	—	1	—	1	—	—
32. Pediastrum granulatum	—	—	—	—	—	—

Табліца № 12

ралі воз. Пятага

1 VII	1 VII	20 VII	2 VII	20 VII	1 VII	20 VII	1 VII	20 VI	2 VII	20 VII	2 VII
У с х о д н і									Паўн.	Паўдн.	
1	4		10		2		3		9	6	
1	1,5		2,5		1,5		1,5		2	1,5	
1	5	4	1	4	2	3	2	3	1	5	3
2	—	2	1	—	—	2	—	2	1	—	2
—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
1	—	3	—	3	—	3	2	1	1	—	3
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1
1	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	1
∞	—	∞	3	5	∞	∞	3	3	5	∞	5
1	—	1	—	1	—	1	—	1	—	—	3
1	4	1	1	1	1	1	1	1	—	2	1
3	4	1	—	—	3	1	1	1	—	—	2
1	1	1	—	—	—	—	—	—	1	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	—	4	1	4	4	4	5	5	3	5	4
1	—	1	3	1	1	—	1	1	—	1	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—
2	2	5	3	5	3	5	2	4	2	5	5
2	2	2	1	1	1	3	1	—	4	2	3
—	1	1	2	1	—	2	1	—	1	2	1
3	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
5	3	1	3	1	5	1	1	1	2	4	3
1	—	1	—	—	—	1	—	1	—	1	—
—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	1	—
1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1
1	—	—	—	—	1	—	1	1	—	—	—
—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	2	—	2	1	—	2
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
1	—	3	—	4	—	1	—	1	3	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—

Дата	1 VII	2 VII	2 VII	20 VII	2 VII	20 VII
Месца збору: Берег	Заходні					
Месца збору: Станцыя	5	7	8		12	
Глыбіня ў метрах	1,5	2	2		1,5	
33. P. clatratum	—	1	—	—	—	—
34. P. duplex	—	1	—	—	—	2
35. P. duplex v. coronatum	—	—	—	—	—	—
36. P. muticum	—	—	—	—	—	—
37. P. Boryanum	—	—	—	—	—	—
38. P. „ v. longicorne	—	—	—	—	—	—
39. P. biradiatum	3	1	—	1	—	—
40. P. mutabilis	—	—	—	—	—	—
41. Scenedesmus quadricauda	—	—	—	1	—	—
42. Dictyosphaerium pulchellum Wood.	1	—	—	—	—	—
43. Coleochaeta scutata	—	1	—	—	—	—
44. Oedogonium sp.	—	—	—	—	—	—
45. Cladophora sp.	—	—	—	—	—	—
46. Chara fragilis	—	—	—	—	—	—

З табліцы планктона плёса возера Пятага відаць, што апрача даючых цвіценне Gleotrichia echinulata, Ceratium hirundinella і Dinobryon sertullaria у вялікай колькасці развіваюцца Mallomonas caudate, Melosira granulata, Tabellaria fenestrata, Fragillaria crotonensis і Asterionella gracillima.

Па колькасці відаў найбольшай рознастайнасцю вызначаюцца Cyanophyceae, Protococcales і Desmidiales, развіты роўнамерна і ў невялікай колькасці. Толькі Cyclotella sp., Eudorina elegans і Tetraedron gracile знойдзены выключна ў пелагічнай зоне.

З той прычыны, што прамежак паміж узяццем пробы ў першую і другую паездку быў вельмі малы (каля двух дэкад), сезонных змен выявіць не ўдалося, бо склад флоры як колькасна, так і якасна быў аднолькавы, апрача зазначанага павелічэння Ceratium і Dinobryon у ліпені.

Разглядаючы флору возера Пятага, можна адзначыць, што дзеля таго, што возера не мае шырокіх плёсаў, дзякуючы пакручатасці сваіх берагоў і ўздоўжнай форме, розніцы паміж фітапланктонам пелагіялі і літаралі неназіралася. Прымаючы пад увагу, што возера Пятае без стоку і мае рад мысаў і поўастравоў, у бухтах якіх ідзе масавае развіццё макрафітаў, спрыяючых паступоваму заглейванню возера, можна дапусціць, што яно будзе і ў далейшым

1 VII	1 VII	20 VII	2 VII	20 VII	1 VII	20 VII	1 VII	20 VII	2 VII	20 VII	2 VI
	Усходні								Паўн.	Паўдн.	
1	4		10		2		3		9	6	
1	1,5		2,5		1,5		1,5		2	1,5	
—	—	—	—	1	—	1	—	—	-	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	1	—	1	—		—
2	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
1	—	3	—	1	—	1	—	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	2	3	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—

прагрэсіраваць з адкладаннем сапрапелевага глею на дне вадаёма. Яскравым прыкладам такога забалочвання з'яўляецца ст. 2 і 3—перашэек поўвострава, які падзяляе гэтыя станцыі. Сфагнавы пакроў поўвострава паступова зацягвае ўсё большыя ўчасткі возера, спрыяючы яго забалочванню.

Цвіценне возера Cyanophyceae і развіццё нітчатых форм у літаралі дае магчымасць залічыць яго па класіфікацыі Thienemann-Naumann'a да тыпу еўтрофных азёр.

ЗАКЛЮЧЭННЕ

Разглядаючы характарыстыку кожнага з даследваных азёр, можна адзначыць іх агульнасць фларыстычнага складу. Гэта тлумачыцца падабенствам фізіка-хімічных умоў, агульнасцю іх ледніковага паходжання, дзякуючы якому падобна іх канфігурацыя—выцягнутасць усіх азёр, у залежнасці ад чаго ствараецца аднастайны фізіка-хімічны рэжым. Ва ўсіх азёрах ёсць месцы заглейвання, звязаныя з упадзеннем сточных вод у возера. Параўноўваючы ступень зрэзанасці берагоў, якія з'яўляюцца другім фактарам, спрыяючым забалочванню вадаёма, можна адзначыць, што найбольшую зрэзанасць мае возера Другое і два падобныя возеры—Пятае і Шостае. Гэтыя два фактары вызначаюць ступень развіцця

працэсу зарастання і забалочвання возера, якія з'яўляюцца важнай умовай развіцця расліннасці прыбярэжнай зоны, вызначаючых сабой ступень яго кармавога складу. Разглядаючы з гэтага боку даследвання азёры, можна сказаць, што ва ўсіх азёрах ёсць забалочванне і заглейванне, але паграражаючага характару для рыбнага насельніцтва не назіралася. Найбольш моцна забалочаныя месцы—гэта паўночна-заходняя частка возера Першага і паўднёвая затока возера Сёмага; у апошнім назіраўся нават пах серавадарода, які сведчыць аб раскладанні арганічных рэштак і адсутнасці кісларода ў даным месцы. Ступень зарастання азёр дае велічыні, якія не з'яўляюцца вельмі вялікімі, што дае магчымасць залічыць гэтыя вадаёмы да другога тыпу азёр сярэдняй глыбіні, якія знаходзяцца ў стадыі спеласці па класіфікацыі П. Ф. Дамрачова (II).

Плошча падводнай расліннасці мае вялікае развіццё, па свайму складу (рдэстаў) з'яўляецца спрыяючай для рыбалоўства. Толькі ў возеры Шостым зараслі маюць вельмі моцнае развіццё і паграражаюць рыбалоўству (26). Паводле класіфікацыі Naumann'а ўсе азёры можна разглядаць як тып Potamogetonsee (31).

Што тычыцца засмечанасці вадаёмаў і іх забруджвання, маючых значэнне ў рыбагаспадарчых адносінах, то толькі возера Шостае засмечана дрэўнымі рэшткамі ад сплаву лесу ў паўднёвай частцы возера. Ля берага, прылягаючага да населенага пункту, назіраецца забруджванне яго адкідамі, аб чым сведчыць развіццё „элементарнай асацыяцыі осцілярый" паводле наменклатуры Н. М. Гайдукова (8).

Апрача гэтых штучных забруджванняў дзейнасцю чалавека, маюцца тыповыя месцы прыродных забруджванняў, што асабліва яскрава выяўлена ў возеры Чацвертым, дзе назіралася моцнае цвіценне сіне-зялёных і на прадуктах іх раскладання развіваліся тыповыя сапробы, як Oscillatoria tenuis і Pandorina morum. Дзякуючы нязначнай глыбіні (найбольшая глыбіня 5 м), у возеры Чацвертым ствараліся ўмовы добрай аэрацыі і летняга замору рыб не назіралася, але гэта забруджванне рэзка адбівалася на кіслародным рэжыме возера, знізіўшы яго да 6 мм.

Процілеглым возеру Чацвертаму з'яўляецца возера Пятае, якое мае найбольшую глыбіню—15 м, у якім таксама назіралася цвіценне, але не дасягала такой моцнай ступені развіцця, як у возеры Чацвертым, а таму давала павышэнне кісларода да 11,89 мм і стварала спрыяючы біялагічны рэжым.

Сістэматычны склад мікрафлоры даследваных азёр (табл. 13) дае ўяўленне аб колькасным размеркаванні асобных груп водарасляў. Хоць С. В. Парэцкі паказвае на „рызыкаванасць" такога параўнання, але ўсё-ж лічу магчымым

Табліца № 13

Размеркаванне водарасляў па азёрах

№№ п/п	Возера / Сямейства	Першае	Другое	Трэцяе	Чацвертае	Пятае	Шостае	Сёмае
1	Cyanophyceae	14	15	11	15	14	14	8
2	Flagellatae	3	2	2	3	2	1	1
3	Dinoflagellatae	2	1	1	2	2	2	1
4	Bacillariohpyta	57	48	39	38	48	44	38
5	Zygnemales	2	3	1	—	2	4	1
6	Desmidiales	8	8	9	4	9	4	4
7	Volvacales	2	4	3	3	2	4	3
8	Protococales. . . , . . .	20	13	12	21	11	11	2
9	Ulotrichales	4	4	3	2	2	4	2
10	Oldogoniales	1	1	1	1	1	1	1
11	Siphonales	1	1	—	—	1	—	—
12	Siphonocladiales	1	1	1	1	1	1	1
13	Characeae	1	1	1	1	1	1	1
	Усяго відаў водарасляў .	116	102	84	91	96	91	63

яго прыстасаваць да даследваных азёр, з прычыны іх геаграфічнага падабенства. К. І. Мейер дае ў характарыстыцы азёр Петроўска-Кобелеўскай дачы (20) параўнанне іх па багаццю відамі водарасляў з такімі азёрамі, як Байкал, Ладажскае ды інш. зусім рознага тыпу. Размеркаванне па азёрах асобных груп водарасляў можна лічыць роўнамерным, апрача Чацвертага і возера Сёмага. Возера Чацвертае дае максімум развіцця Cyanophyceae і Protococcales пры адсутнасці Zygnemalis. Возера Сёмае ў параўнанні з іншымі азёрамі дае найменшую колькасць водарасляў, якая яскрава сведчыць аб яго асаблівым водным рэжыме, даючы рэзкае змяншэнне Protococcales і Cyanophyceae, але ў той-жа час група Flagellatae і Dinoflagellatae, якія былі развіты, як дамінуючыя формы, у зводнай сістэматычнай табліцы не адбіваюць іх становішча. Гэты прыклад паказвае на неабходнасць больш дакладных метадаў колькаснага ўліку. Падлік дакладнай колькасці клетак пад мікраскопам з'яўляецца непрыгодным пры масавым даследванні, дзякуючы сваёй маруднасці. Калі сістэматычная групіроўка не дае магчымасці тыпалагічнай характарыстыкі, то трэба даваць біялагічную

характарыстыку. У работах па зоапланктону ў сучасны момант ёсць шмат работ, пабудаваных па гэтаму прынцыпу; у вывучэнні фітапланктона вадаёмаў СССР такіх класіфікацый асобных водарасляў ёсць вельмі мала. Напр. работы Скаракова (24), Цешынскай (27), Арнольд (3) даюць указанне на значэнне Dinobryon і Desmidiaceae, як жыхароў балотных вод. Асновай класіфікацыі Thienemann-Naumann'а служыць, апрача фізіка-хімічных умоў, галоўным чынам, указанне на прадстаўнікоў зоапланктона (гэта выкарыстана Косінскай біястанцыяй), значэнне-ж фітапланктона абмежавана.

Зусім магчыма, што прынцыпы, высунутыя Н. М. Гайдуковым аб характарыстыцы вадаёмаў па „элементарных асацыяцых“, можна прыстасаваць да даследвання азёр, выявіўшы найбольш характэрны іх склад для даных хімічных умоў возера.

Н. Н. Вараніхін высоўвае „4 ступені жыццёвасці водарасляў планктона, заснаваных на прыстасаванні арганізмаў да месца абітання, разумеючы пад жыццёвасцю ступень добрага стану арганізмаў у комплексе форм насяляючых пэўнае месца абітання“. Але з той прычыны, што ў радзе дробных вадаёмау і нават даволі буйных, як даследваныя азёры гэтай работы, вызначыць месца жыцця данай формы вельмі цяжка, бо ёсць рад форм у планктоне данага паходжання, аб чым гавораць і работы Мейера (19), Гайдукова (8), Парэцкага (23), якія зазначаюць доннае паходжанне раду дыятомавых планктонаў. Вызначэнне жыццёвасці віду, хоць і з'яўляецца вельмі цікавым і важным, але не дае ўяўлення аб хімічным складзе вады, што ў практычных адносінах мае вялікае значэнне.

Імкненне да ўліку хімічнага складу вады выяўляецца ў радзе работ, напр. Балахонцава (4), Е. Е. Успенскага (28) і Naumann'а (30). Апошняя работа дае асноўныя тыпы вадаёмаў, але патрабуе вялікага падзелу значэння асобных груп фітапланктона ў прыстасаванні да нашых вадаёмаў СССР і метадаў хуткай класіфікацыі іх.

Што да сезоннай зменнасці, то ў перыяд даследвання яна ва ўсіх вадаёмах была мала выяўлена таму, што для яе выяўлення неабходны больш доўгачасныяназіранні, чым адзін месяц, бо калі лічыць пачатак першага летняга месяца па К. І. Мейеру, з мая па першую палову чэрвеня, то можна сказаць, што ў год даследвання позняя вясна затрымала надыход другога летняга перыяда і ўся экспедыцыя 1930 г. прайшла ў аднолькавых умовах. Можна было чакаць найбольшай змены арганізмаў у возеры Шостым, бо паміж паездкамі быў перапынак амаль у два месяцы, але гэтага не назіралася, бо другая палова лета была вельмі

цёплая, і масавае развіццё планктона з цвіценнем сіне-зялёных працягвалася ўвесь жнівень.

Наконт абрастання вышэйшых раслін можна адзначыць, што яны былі аднастайнымі ва ўсіх азёрах, даючы аналагічныя формы на аднолькавых відах макрафітаў.

Заканчваючы гэту работу, спадзяюся, што яна хоць часткова запоўніць вялікі прабел у ведах складу мікра- і макрафлоры азёр Беларусі.

У заключэнне лічу абавязкам прынесці глыбокую падзяку Н. Н. Вараніхіну за дапамогу ў вызначэнні некаторых відаў водарасляў.

СІСТЭМАТЫЧНЫ СПІС ВОДАРАСЛЯЎ

Умоўныя знакі: *воз* Першае—1, Другое—2, Трэцяе—3, Чацвертае—4, Пятае—5, Шостае—6, Сёмае—7, старонка—р. малюнак—f, табліца—*pl.*

Cyanophyceae

1) Microcystis aeruginosa Kütz. Pascher 12, p 58, f 40, часта. Распаўсюджан ва ўсіх азёрах апроч 7, 1, 4, давалі цвіценне.
2) Microcystis flos aquae (Wittr) Kirchen. Pascher 12, p 60, f 41. Распаўсюджан у той-жа ступені, як папярэдні від, не было ў 7.
3) Chroococcus limneticus Zemm. Pasches 12, p 58, f 82. Даволі часта. Распаўсюджан ва ўсіх азёрах, апроч 7 калоніі, нешматлікія.
4) Coelosphaerium dubium grun. Pascher 12, p 102, f 118. Даволі часта сустракаецца ва ўсіх азёрах, апроч 7.
5) Cyanodictyon reticulatum (Zemm) Geitler Pascher 12, p 103, f 120. Сустрэўся адзін экземпляр у 1.
6) Merismopedia elegans A. Br. Pascher 12, p. 107, f. 126. Адзінкамі ва ўсіх вадаёмах, апроч 7, невялікімі калоніямі.
7) Dactylococcopsis rhaphidioides Hassg. Pascher 12, p 114, f. 138-139. Адзінкамі сустракаюцца ў заглееных затоках азёр 1, 2.
8) Tetrapedia crux.—Melitensis Reinsch. Pascher 12, p 119, f. 152. Адзінкамі ў 3-4.
9) Gleotrichia echinulata Richt. Pascher 12, p 236, f. 285. Масавае развіццё да стадыі цвіцення ва ўсіх азёрах, за выключэннем 6, дзе сустракаецца рэдка.
10) Aphanizomenon flos aquae (L) Ralfs. Pascher 12, p 290, f 342. Масавае развіццё ў Х., С., Р., Ч., даволі часта, у 1 і 4 не было.
11) Nostoc sp. Адзінкамі сярод воднай мікрафлоры ў забалочаных мясцах у 2 і 1.
12) Anabaena feos aquae (Zyngb) Rreb. Pascher 12, p 322, f 379 у возеры 6 і 4 давалі цвіценне, у 2,3 у вялікім ліку, 1 і 5 і 6 рэдка, у 7 не было.
13) Anabaena Lemmermanni P. Richt 12, p 322, f 391 распаўсюджаны, як папярэдні від, дае камякі, якія часамі складаюцца толькі з гетэрацыст.
14) Anabaena sp. Часта знаходзілася разам з папярэднімі формамі ў невялікім ліку.
15) Spirulina Ienueri (Stiz) Geite Pascher 12, p 344, f 407. Адзінкамі сустракаліся ў зарасніках забалочаных луках возера 7.
16) Oscillatoria saceta Kütz. Pascher 12, p 355, f 418. Адзінкамі ў літаралі 1, 5, 4.
17) Oscillatoria limosa *Ag*. Pascher 12, p 357 f, 420 *40*. Адзінкамі ў 1, 2, 4. У вялікім ліку на забруджаным беразе 6. Не было ў 7.

18) Oscillatoria princeps Uauch. Pascher 12, p 358, f 421. Адзінкамі ў 1 і 5., больш распаўсюджана ў 6.
19) Oscillatoria tenuis Ag. Pascher 12, p 362, f 427. Адзінкамі ва ўсіх азёрах, у 6 і 4 даволі часта.
20) Oscillatoria simplicissima Gom. Pascher 12, p 364, f 429. Сустракалася толькі ў 1.
21) Lyngbya Birgui Smteh. Pascher 12, p 401, f 505. Сярод моцна забалочанай завадзі 7.

II Flagellatae

22) Mallomonas caudata Jwanoff Lindau 1, p 141, f 147, часта у 2. Нярэдка ў 5, 3, 4.
23) Dinobryon sertularia Ehrenb. Lindan 1, p 151, f 161. Масавае развіццё ў 1 і 5, даволі часта у 6, 7. Адзінкамі ў 4 і 2, у 3 не сустракалася.
24) Dinobryon sociale Ehrenb. Lindau 1, p 151, f 162. У невялікай колькасці ў 6 і 7.
25) Euglena viridis Ehrenb. 1 p 158, f 170. У забруджаных мясцах 1 і 6.
26) Phacus caudata Hübner. Lindau 1 p 162. Адзінкамі сустракаецца ў глеі вусця р., якая цячэ ў 2.
27) Trachelomonas sp. Рэдка ў 1, часцей у 4 у заглееных зонах у канцы возера.

Dinoflagellatae

28) Peridinium sp. Адзінкамі ў 1, 5, часцей у 4.
29) Ceratium hirundinella (o. Fr. Müll). Schrank. Lindau 1, p 181, f 220. Цвіценне ў 5 і 2. Масавае развіццё ў іншых азёрах.

Bacillariophyta

30) Melosira varians C. A. Ag. Pascher 10, p 85 t 41. Ва ўсіх азёрах сярод зарасляў макрафітаў. Часта ў 2 і 6.
31) Melosira granulata (Ehr.) Rolfs. Pascher 10, p 87, f 44 даволі часта ва ўсіх азёрах. Сустракаецца ў некаторых варыяцыях.
32) Cyclotella sp Kütz Pascher 10. p 96. Адзінкамі сустракаецца ва ўсіх вадаёмах.
33) Aftheya Zachariasi J. Brun. Parcher 10, p 118, f 94. Адзінкамі сустракалася ў 1, 4, 5, 6.
34) Tabellaria tenestrata (Lyngb). Ktz. v asterionelloides Grun Pascher 10, p 122, f 99-100, даволі часта ва ўсіх вадаёмах; дамінуе ў 2, 3.
35) Tabellaria flocculosa (Rafh) Ktz. Pascher 10, p 123, f 101. У абмежаванай колькасці ва ўсіх вадаёмах.
36) Meridion circulare Agardh. Pascher 10, p 130, f 118-119. Адзінкамі 1, 5, 6, 7 у літаралі.
37) Fragilaria crotonensis Kittou. Pascher 10, p 137, f 125. Усюды даволі часта сярод зарасляў макрафітаў усіх азёр.
38) Fragilaria Harrissoni, W. Smith. Pascher 10, p 139, f 132. Адзінкамі ў 1, 2,6.
39) Asterionella gracillima (Hantzsch Heiberg Pascher 10, b 147 t 157. Часта ва ўсіх вадаёмах. Масавае развіццё ў 2.
40) Synedra ulna (Nitzsch) Ehr. Pascher 10, p 151, f 158, 159. Сустракалася ўсюды адзінкамі.
41) Synehra acus Kütr. Pascher 10, p 155, f 170. Усюды ў зарослях адзінкамі.
42) Eunotia sp. У зараслях 1, 2 і 6 адзінкамі.
43) Cocconeis pediculus Ehr. Pascher 10, p 188, f 259. У абрастанні макрафітаў ва ўсіх азёрах, часта.
44) Cocconeis placentula. (Ehr) Pascher 10, p 189, f 260. Даволі часта ў абрастаннях усіх азёр.
45) Cocconeis placcetula (Ehr) v. euglypta. Pascher, 10, p 190 f 262. Даволі часта ў берагавой зоне ўсіх азёр.
46) C. placentula Fhr. v. lineata. Passher 10, p 190, f 262. Даволі часта ў берагавой зоне ўсіх азёр.

47) Rhoicosphenia curvate (Kütz) Grun. Pascher 10, p 211, f 311. Часта. Ва ўсіх вадаёмах удзельнічае ў абрастанні макрафітаў.
48) Gyrosigma attenuatum (Kútr) Rabh. Passher 10 p 224 f 330. Адзінкамі сустракалася ва ўсіх азёрах у літаралі, часамі і ў пелагіялі.
49) Gyrosigma acuminatum (Kütz) Rach. Pascher, p 222, f 329 Адзінкамі у літаралі ва ўсіх азёрах.
50) Diploneis ovalis (Hilse). Cleve. Pascher 10, p 249, f 390. Адзінкамі ў 1 і 2.
51) Didloneis eliptica (Kütz) Cleve. Pascher. 20, p 250, f 395. Адзінкамі ў 1 і 2.
52) Navicula bacillum (Kütz). Pascher 10, p 281 f 467-a Адзінкамі у 1.
53) Navicula Krasskei Hust. Pascher 10 p 287 f 481. Адзінкамі ў 1 і 2.
54) Navicula minuscula Grun. Pascher 10, p 288 t 483. Адзінкамі ў 1 і 2.
55) Navicula vulpina Kütz. Pascher 10 p 297, f 504. Адзінкамі ў 1 і 2.
56) Navicula radiosa Kütr. Pascher 10, p 299, f 513. Адзінкамі ў 1 і 2.
57) Navicula Scutelloides W. Smith. Pascher 10, p 311, f 557. Аезінкамі ў 1 і 2.
58) Navicuia lanceolata (Agardh) Kütr. Pascher 10, p 305 t 540. Адзінкамі ў 1 і 2.
59) Pinnularia mojor (Kütz) Cleve. Pascher 10, p 331, f 614. Адзінкамі ў 1 і 2.
60) Amphora ovalis Kütz. Pascher 10, p 342 f 628. Усюды ў абмежаванай колькасці; у 1, 2 сярод зарасляў макрафітаў.
61) Cymbella prostrata (Rerkeley) Cleve. Pascher 10, p 357 f 659. Рэдка ў 1, 2 і 6.
62) Cymbella ventricosa Kütr Pascher 10, p 359, f 661. Удзельнічае ва ўсіх вадаёмах ў абрастанні.
63) Cymbella parva (W. Smith) Cleve. Pascher 10 p, 363 f 675. Адзінкамі ў 1 і 2.
64) Cymbella cistula (Hemprich) Grun. var. maculata (Kütr) Uan Heurck Pascher 10, p 363, f 676 b. Адзінкамі ў 1.
65) Gomphonema acuminatum Ehr. Pascher 10. p 370, f 683. Рэдка ва ўсіх вадаёмах.
66) Gomphonema parvulum (Kütr) Grunow, Pascher 10, p 372, f 713 a. Адзінкамі ва ўсіх вазёрах.
67) Gomphonema longiceps Ehr. var. Subctavata Grun Pascher 10, p 375, f 705. Удзельнічае ў абрастанні.
68) Gomphonema intricatum (Kütr) Pascher 10, p 375, f 697. Удзельнічае ў абрастанні.
69) Gomphonema constrictum Ehr. Pascher 10, p 377, f 714. Адзінкамі ва ўсіх вадаёмах.
70) Gomphonemma alivaceum (Lyngbe) Kütz Pascher 10, p 378, f 719. Сустракаецца ва ўсіх вадаёмах адзінкамі.
71) Epithemia Zebra (Fhr). Kütr. Pascher 10, p 384, f 729. Адзінкамі ва ўсіх азёрах.
72) Epithemia turgida (Ehr) Kütr Pascher 10, p 387, 733. Адзінкамі ў зараслях усіх вадаёмаў.
73) Rhopolodia gibba (Ehr) O. Müll. Pascher 10, p 390, f 740. Адзінкамі ў 1, 2.
74) Nitzschia recta Hantzsch. Pascher 10, p, 411, f 785. Адзінкамі ва ўсіх азёрах.
75) Cymatopleura solea (Brébirsom) W Smith Pascher 10, p 425, f 823a. Адзінкамі ў літаралі ўсіх азёр.
76) Cymatopleura elliptica (Bvèbisson) W. Smith Pascher 10, p 426 f 825. Адзінкамі ў літаралі ўсіх азёр.
77) Surirella elegaus. Fhr. Pascher 10, p 440 f 858-859. Адзінкамі 1 і 4.
78) Surirella linearis W Smith Pascher 10, p 424, f 837. Адзін экземпляр у 1.
79) Surirella Spiralis Kütr. Pascher 10, p 445, f 870 У 1 знойдзен адзін экземпляр.
80) Surirella ovalis Brébisson. Pascher 10, p 441, f 860-861. Знойдзен адзінкай у 1, 6, 5 і 3.
81) Campylodiscus noricus Ehr. Pasche 10, p 446, f 871. Адзін экземпляр у 7

Zygnemales

82) Spirogyra sp. Сустракаецца ва ўсіх азёрах. Пры гэтым ў 6 і 4 у вялікай колькасці, у 1 і 2 менш і ў 4 і 7 мала. Увесь сустрэты матэрыял быў без зігаспор.
83) Spirogyra crassa Kütr. Pascner 9, p 31, f 42. Даволі часта сустракалася ў 2 і 6.
84) Mougeotia sp. Сустракаецца ва ўсіх азёрах, апроч 3 і 4, 7 адзінкамі.
85) Zygnema sp. Знойдзена толькі ў 6 у невялікай колькасці.

Desmidiales

86) Cosmarium Turpinii Breb. WW vol. III p 180, 98.82, f 16-17. Адзінкамі ва ўсіх азёрах.
87) Cosmarium humile Gay Nordst WW vol III, p 221, Pl. 85, f 16—18. Адзінкамі ў 1.
88) Closterium parvulum Näg WW vol. I p 133, Pl. 15, f 9—12. Адзінкамі ў 1 5, 3.
89) Closterium acerosum (Schrank.) Erenb., WW vol I p. 146, Pl 18 f 2—5. Адзінкамі ва ўсіх вадаёмах.
90) Closterium moniliferum (Bory) Ehrenb WW vol. I, p 142 Pl. 16, f 15.16 Адзінкамі ва ўсіх вадаёмах, апроч 6—і 1.
91) Staurastrum gracile Ralfs WW vol V p 96, Pl 144, f 3—7 Даволі часта ва ўсіх вадаёмах.
92) Staurastrum Arachne Ralts WW vol V p 151, Pl 150, f 1. Адзінкамі ва ўсіх азёрах.
93) Staurastrum anatinum Cooke Wills W W vol V, p 142, Pl. 147, f 1. *44* Адзінкамі ў 1, 2 і 5.
94) Staurastrum paradoxum Meyen W W vol *V*, p 101, Pl 145, f 1—5 Адзінкамі ў 1, 2, 3, 5.
95) Euastrum verrucosum Ehrenb W W vol II, p 64, Pl 40, f 1. Адзінкамі ў 3 і 5.
96) Pleurotaenium Trabecula (Ehrend) Nög. W W p 209, Pl 30, f 11—13. Знойдзена адзін раз у 2 і 5.

Volvocales

97) Chlamydomonas sp. Адзінкамі ў 2 і 3.
98) Gonium pectorale Müller. Pascher 4, p 418, t 379. Сустракалася раз у 6,
99) Pandorina morum (Müleer) Bory. Pascher 4, p 427, f 388. Ва ўсіх вадаёмах адзінкамі, у 6 і 4 часта.
100) Eudorina elegans. Ehrenberges. Pascher 4, p 440, f 394. Ва ўсіх азёрах адзінкамі.
101) Volvox aurens Ehrenberger. Pascher 4, p 467, f 425. У 6 часта, у іншых рэдка.

Protococcales

102) Padiastrum integrum Nägeli Pescher 5, p 91, f 51a. Адзінкамі 4 і 1.
103) Pedias um simplex (Meyen p. p.) Lemmermann Pascher 5. p 93, f 55a. Адзінкай у 1.
104) Padiastrum clathratum (Schrocter) Lemmermann Pascher 5, p 94, f 56-a. Рэдка ва ўсіх азёрах.
105) Pediastrum duplex Meyen. Pascher 5, p 95. Ва ўсіх азёрах, даволі часта.
106) Pediastrum duplex Meyen var. clathratum Al. Bvaun P a s c h e r 5, p 95, f 57 d. Распаўсюджана ва ўсіх азёрах, рэдка.
107) Pediastrum duplex v genuinum Al Braun. Pascher 5, p 96, f 57. Адзінкамі ў 1 і 2.
108) Pediastrum duplex v. coronotum Raciborski Pascher 5, p 96, f 57-e. Адзінкамі ў 1, 3 і 6.
109) Pediastrum duplex v reticulatum Lagerheim Pascher 5, p 95, f 57-h Адзінкамі ў 1, 2, 3 і 4.

110) Pediaustrum duplex v. regulosum Raciborski Pascher 5, p 96, f 57-k. Адзінкамі ў 2, 3, і 4.
111) Pediastrum muticum Kützing Pascher 5, p 98, f 58-a. Адзінкавымі экземплярамі ў 2 і 4.
112) Pediastrum Boryanum v. longicorne Al. Reinxh. Pascher 5, p 101, f 61-a Даволі часта ва ўсіх азёрах, апроч 7.
113) Pediastrum Boryanum (Turpin Meneghini v granulatum (Kützing) Al Braun Pascher 5, p 101, f 61c Адзінкай у 1.
114) Pediastrum Boryanum (Turpin) Meneghini Pascher 5, p 101, f 61-a. Ва ўсіх азёрах даволі часта.
115) Pediastrum bidentulum Al. Braun Pascher 5, p 102 f 62-a Адзінкамі ў 1, 3 і 6.
116) Pediastrum Kawraiskyi Schmidle Pascher 5, p 103, f 63 Рэдка 1, 2 і 4.
117) Pediastrum Tetras (Ehrenberg) Rolfs Pascher 5, p 103 f 64-a. Даволі часта ў 4 і 5.
118) Pediastrum tricornutum Borge Pascher 5, p 104, f 65-a. Адзін экземпляр у 4.
119) Pediastrum biradiatum Meyeu, non Ralfs. Pascher 5, p 105, f 66-a. Адзінкамі 4, 5 і 6.
120) Hidrodictyon reticulatum (L) Lagerheim Pascher 5, p 107, f 68. Не ў вялікім ліку ў завадзях 1, 3, 6.
121) Chlorella vulgaris Beyereinck. Pascher 5, p 111, f 71. Па адным экземпляры ў 2 і 4.
122) Richteriella botryoides (Schmidle). Lemmerman Pascher 5, p 119, f 87-a Адзін экземпляр у 4.
123) Tetraedron gracile (Reinsch) Hansgirg. Pascher 5, p 157, f 201. Адзінкамі экземпляры ў 3, 4 і 5.
124) Scenedesmus guadricauda. (Turpin) Brebisson—Pascher 5, p 165. Адзінкамі ў 1, 2, 3, 4 і 5.
125) Actinastrum Hautzschii Lagerheim Pascher 5, p 168, f 237. Адзін экземпляр у 4.
126) Kirchneriella lunaris (Kirchner) Maebius. Pascher 5, p 180, f 264. Адзінкамі экземпляры ў 1, 4 і 6.
127) Selenostrum gracile Reinsch. Pascher 5, p 183, f 274. Сустракалася адзінкамі ў 1, 2, 3, 4, 5.
128) Dictyosphaerium pulchellum Wood. Pascher 5, p 184, f 277. Даволі часва ўсіх азёрах.
129) Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs. Pascher 5, p 118, f 283. Адзін экземпляр у 4.
130) Coelastrum proboscideum Bohlin. Pascher 5, p 196, f 310. Рэдка 1 і 4

Ulotrichales

131) Ulotrix zonata Kütz. Не ў вялікім ліку ў 1 і 2.
132) Coleochaete scutata Brèb. Удзельнічае трохі у абрастанні ва ўсіх азёрах.
133) Coleochate soluta Pingsh. Ва ўсіх азёрах у абрастанні.
134) Stigeoclonium sp. У абрастанні ў азёрах 1, 2, 3 і 6.
135) Draparnaldia Bory (sr). У абрастанні толькі ў 6.

Oedogoniales

136) Oedogonium sp. У вялікай колькасці ў 1, 6, 5, 2. У воз. 3, 4 меншая колькасць, а ў 7. адзінкамі.

Siphonocladiales

137) Cladophora glomerata (L) Kütz. Даволі часта ва ўсіх азёрах.

Siphonoles

138) Vaucheria sp. У завадзях 1 і 3 нязначна.

Charophyta

139) Chara fragilis Desv. Распаўсюджана па ўсіх азёрах (не знойдзена ў 4), мала ў 7.

СПІС МАКРАФІТАУ ПА АЗЁРАХ ЭКСПЕДЫЦЫІ 1932 Г.

№№ па парадку	Назва раслін	1	2	3	4	5	6	7
1	Ranunculus circinatus Sibth .	+	+	+	+	+	+	+
2	Ranunculus contervodes Fr. .	+	+	+	+	+	+	+
3	Caltha palustris L. . .	+	+	+	+	+	+	+
4	Nymphaea alba L. . .	+	+	+	+	—	+	+
5	Nuphar luteum Sm. . .	+	+	+	+	+	+	+
6	Nuph r pnmilum Sm. . .	—	+	—	|	—	—	—
7	Cardamine amara L. . .	+	+	+	+	+	+	+
8	Comarum palustre L . .	+	+	+	+	+	+	+
9	Epilobium palustre L . .	+	+	+	+	+	+	+
10	Myriophyllum spicatum L .	+	+	+	+	+	+	+
11	Myriophyllum verticillatum L .	+	+	—	—	—	+	—
12	Ceratophyllum demersum L .	+	+	—	—	+	+	—
13	Lythrum salicaria L . .	+	+	+	+	+	+	—
14	Utricularia vulgaris L . .	—	+	—	—	—	+	+
15	Hottonia palustris L . .	—	+	—	—	—	+	—
16	Menyanthes trifoliata L .	+	+	+	+	+	+	+
17	Polygonum amphibium L .	+	+	+	+	+	+	+
18	Polygonum Hydropiper L .	+	+	—	—	+	+	—
19	Typha latifolia . . .	+	+	—	—	+	+	—
20	Sparganium ramosum Huds .	+	+	+	+	+	+	+
21	Acorus Calamus L. . .	+	+	+	+	+	+	—
22	Lemna minor L . . .	+	+	+	+	+	+	+
23	Lemna trisulka L. . .	+	+	+	+	+	+	+
24	Najas marina L . . .	—	+	—	—	+	—	—
25	Potamogeton compressus L .	+	+	+	—	+	+	—
26	Potamogeton crispus L. .	+	+	+	—	+	+	+
27	Potamogeton gramineus L .	+	+	—	—	+	+	—
28	Potamogeton lucens L . .	+	+	+	+	+	+	+
29	Potamogeton natans L . .	+	+	+	+	+	+	+
30	Potamogeton pectinatus L .	+	+	+	+	+	+	+
31	Potamogeton perfoliatus L .	+	+	+	+	+	+	+
32	Alisma Michaletii Aetgr. .	+	+	+	+	+	+	+
33	Sagittaria Sagittifolia L. .	+	+	+	+	+	+	+
34	Butomus umbellatus L . .	+	+	+	+	+	+	+
35	Hydrocharis Morsus ranae L .	+	+	+	+	+	+	+
36	Stratioites aloides L . .	+	—	+	+	+	+	+
37	Elodea canadensis Rich. .	—	—	—	—	—	+	+
38	Scirpus lacustris L. . .	+	+	+	+	+	+	+
39	Phragmites communis Trin .	+	+	+	+	+	+	+
40	Glyceria aquatica Wahlb .	+	+	+	+	+	+	+
41	Scolochloa festucacea Lk. .	+	+	+	+	+	+	+
42	Equisetum limosum L . .	+	+	—	+	+	+	+
43	Equisetum Heleocharis . .	+	+	—	+	—	+	—
44	Jsoetes lacustris L . .	+	+	—	—	+	+	—
45	Fontinalis antipyretica L .	+	+	—	+	—	+	+
46	Carex sp (не вызначалicя) .	+	+	+	+	+	+	+
47	Cicuta virosa L . . .	+	+	+	+	+	+	+
48	Oenanthe aguatica Lam. .	+	+	+	+	+	+	+

СПІС ЛІТАРАТУРЫ

1 Арнольд Н. И., Отчет о летних исследованиях озер Невельского уезда, Вит. губ., докл. Губ. Зем. Управы за 1914 год.
2 Он же, Докл. по исследоваиню озер Себежского уезда в 1915-16 г. докл. 6-й, Вит. Губ. Зем. Собр., сборн. IV.
3 Он же, Планктон озера Пястово, 1902-1903 г.
4 Балахонцев, Ботанико-бислогическое исследование Ладожского озера, 1911 г.
5 Верещагин Е. и Гильзен, К познанию грунтов некоторых озер Вит. губ., изд. Сапроп. ком., т. III.
6 Вислаух, Биологический анализ воды. Злотогоров. Микробиология, 1916 г.
7 Воронихин Н. Н., Фитопланктон Б. Невки, 1923—26 г. Труды Ботанич. Сада Академии Наук СССР.
8 Гайдуков Н. М., Исследования по эйкологии пресноводных водорослей, Изв. Инст. Сельск. хоз., Минск, 1925 г.
9 Домрачев П., Предварительный отчет по исследованию озер Лепельского уезда. Док. VI Вит. губ. Зем. Собр., Сборн. V.
10 Он же, работы Вит. Озерной экспедиции. Бюллетень Р. Г. И.
11 Он же, К вопросу классификации озер Северо-Западного края. Известия Р. И., 1922 г., № 4.
12 Згржецкий, Озеро Лукомльское, Сенненского уезда. Земледелие, 1901 г., т. I.
13 Кеслер, Сообщение о двух рыбах из озера Саро, Могилевск. губ.
14 Керман, По озерам Вит. губ., Землеведение, 1915 г., т. IV.
15 Он же, Озеро Черное, Верховской волости, Вит. губ., там-же.
16 Он же, Группа озер с.-в. части Вит. губ., Землеведение, 1916, т. I-II.
17 Лесновский, Озера Вит. губ., Невельского уезда, Землеведение, 1904 г., т. IX.
18 Морозов, Доклад Губ. Зем. Упр. по введению рыбоводства и упорядочению рыболовства Вит. губ., Отч. Вит. губ. Зем. Упр. за 1917 г.
19 Мейер, Введение во флору водорослей реки Оки и ее долины. Труды Бот. Сада. Акад. Наук СССР.
20 Он же. Альголочеcкие исследования Петровско-Кобелевской дачи. Изв. Научно-Экспериментально-торфяного Института, № 2.
21 Россацимо, По гидрологии и планктону некоторых водоемов Мещерской низменности. Труды Косинской биостанции, вып. 7-8.
22 Он же, Гидрологический очерк Периеславского озера. Труд Косинской биостанции, вып. XIII, XIV.
23 Парецкий С. В., Наблюдение над диатомовыми планктона р. Б. Невки в период 1923—26 г. Тр Бот. Сада АН., 1931 г.
24 Скориков, К сведению о планктоне озера Пястово.
25 Старк Н., Крупинское озеро. Труды Общ. изучен. природы Смоленск. края, т. IV.
26 Значение водорослей и высших растений в рыбоводстве. Вест. Рыбопромышлен , 1910 г., № 3.
27 Цешинская Н. И., Прибрежные сообщества Валдайского озера. Записки Гидрол. Инст., 1926 г.
28 Успенский С, С., Железо, как фактор распределения растений Москов. Ассоц. Науч. Инст., М. Г. У., 1925 г.
29 Fnienemann A., Die Binnengewässer Mitteleuropas, 1926.
30 Naumann C., Grundzuge der regionalen Limnologie, 1923.
31 Kolkwitz-Morson—Grundsätze fur die biologische Beurthelung ges Wassers nach seiner Flora und Fauna, 1902 г.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

С. А. ГУСЕВА

ДА ПАЗНАННЯ ЗОАПЛАНКТОНА І ЗОАБЕНТАСА АЗЁР БССР

(Лабараторыя кафедры заалогіі Бел. Дзярж. Універсітэта)

Экспедыцыяй Бел. аддз. Маскоўскага Рыбнага Інстытута летам 1932 года быў сабраны матэрыял па планктону і бентасу азёр аднаго з раёнаў БССР; было абследвана сем азёр. Тая акалічнасць, што матэрыял збіраўся побач з вывучэннем фізіка-хімічнага рэжыму даных азёр і ў вядомыя перыяды летняга сезону на адных і тых самых станцыях, дае магчымасць дастасаваць параўнаўча тыпалагічную характарыстыку да даных вадаёмаў. Зоапланктон і зоабентас былі экалагічна апрацаваны, што дало магчымасць падзяліць іх на паасобныя біяцэнозы і вывучаць іх у блізкай залежнасці ад біятопаў.

МЕТОДЫКА

Планктонныя зборы рабіліся на глыбінных станцыях сеткай Цэпеліна з млынавага газа № 25, на прыбярэжных станцыях колькаснай сеткай Апштэйна з млынавага газа № 25. Зоабентас браўся дночарпальнікам змененай сістэмы Петэрсен, з плошчай аблову роўнай 0,1 кв. м. У берагавых зонах, з глыбіні ад 0 да 1 метра, браліся толькі якасныя пробы скрабком, бо ў гэтай зоне дночарпальнік не зачыняўся як належыць. Увесь сабраны матэрыял фіксаваўся 4% фармалінам. Колькасная ацэнка планктона робіцца па 5-значнай сістэме:

1 — 1 — 2 у прэпараце
2 — 2 — 4 „
3—менш за 10 у прэпараце
4 — больш за 10 „
5 — многа

Каб судзіць аб грунтах азёр, якія даследваліся, на кожнай дночарпальнай станцыі адзначаліся ў журнале колер грунту, яго састаўныя кампаненты (пясок, галька, раслінныя рэшткі),

пах, і для мікраскапічнага аналізў браўся рад проб неперамытага глею.

Для вызначэння біямасы пробы дночарпальнікам важыліся на аналітычных вагах, важыліся жывёлы пасля аднамінутнай прасушкі на фільтраванай паперы. Дробныя малюскі як Pisidium, Sphaerium, Bithynia tentaculata важыліся з ракавінай, ручэйнікі без чахолчыкаў, а буйныя малюскі як Anadonta і Unio зусім не былі прыняты ў разлік пры вылічэнні біямасы, бо іх целы, пакрытыя тоўстай ракавінай, бадай што не могуць быць скарыстаны рыбай як харчовы матэрыял. Пры вызначэнні фауны былі скарыстаны наступныя вызначальнікі:

Die Susswasserfauna Deutschlands, Herausgegeben von A. Brauer.
Heft 3-4. Reitter E.—Coleoptera 1909.
Heft 8. Klapalèk F.—Ephemeridae, Plecoptera, Lepidoptera 1909.
Heft 12. Dahl F. u. andere—Araneae, Acarina u. Tardigrada 1909.
Heft 13. Michaelsen W. u. andere—Oligochaeta u. Hirudinaea 1909.
Heft 14. Collin u. andere—Rotatoria und Gastrotricha 1912.
Heft 15.—Jägerskiöld A. u. andere—Nematodes, Grodiidae u. Mermithidae 1909.
Heft 19—Thile J. u. andere—Mollusca, Nemertini, Bryozoa 1909.
Рылов В., „Свободно живущие веслоногие ракообразные", Eucaperoda 1922.
Рылов В., „Пресноводные Calanoida СССР". вып. I., 1930.
Жадин В., „Наши пресноводные моллюски", 1926.
Липина Н., „Личинки и куколки хирономид", 1929.

Возера Першае

Празрыстасць—2.60, колер вады па шкале Форэля-Уле—14. Паступовае зніжэнне тэмпературы вады ад паверхні (17,4° С) да дна (на глыбіні 8,5 м—16,8°). Тэмпературнага скачка няма. pH у паверхні і на глыбіні—7,4; бікарбанатаў у паверхні ад 97,6—149.6 мг ‰; свабоднай CO_2 ад 9,0 па 26,0 мг ‰; SiO_2—5,0 мг ‰; акісляемасць—7,6 мг ‰; кіслярод 7,8 мг ‰; вялікая колькасць солей Ca. Па гэтаму возеру ўзята 47 проб планктона з 11/VI па 17/VI і з 14/VII па 15/VII 1932 г.

У выніку вывучэння ўсіх проб планктона, узятых па разрэзах, знойдзена, што якасная розніца зоапланктона пелагіялі і літаралі ў возеры выражана не вельмі ярка. Зоапланктон берагавых зараснікаў Scirpus'а і Phragmites, літаралі, пазбаўленай зараснікаў, і зоапланктон пелагіялі адрозніваюцца адзін ад аднаго галоўным чынам колькаснымі суадносінамі ў развіцці асобных форм.

На падставе выбаркі проб зоапланктона па асобных станцыях выяўлена 5 характэрных біяцэнозаў, якія вядома маюць шчыльную сувязь з біятопамі.

1) літараль паўночнага і ўсходняга берага;
2) літараль заходняга берага;
3) пелагічная вобласць;

Табліца № 1.

Воз. Першае. Планктон паўночна-ўсходняй літаралі

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата № станцыі № пробы Глыбіня ў mt t⁰ вады Празрыстасць	12/VI 7 23 0,75 16,4 —	14/VI 18 45 3,0 20,0 1,5	17/VI 23 85 1,0 16,6 —	17/VI 22 89 1,0 17,6 —
		Protozoa				
1	1	Diffugia urceolata	1	2	3	2
		Cladocera				
2	1	Daphne longispina var. cucullata forma Kahlbergiensis	—	—	2	1
3	2	Bosmina coregoni gibbera	1	—	2	2
4	3	Bosmina coregoni longispina . . .	—	1	—	2
		Copepoda				
5	1	Diaptomus graciloides	2	1	1	—
6	2	Cyclops affinis	1	—	1	—
7	3	Cyclops phaleratus	—	—	1	1
8	4	Cyclops macrurus	—	1	—	—
		Rotatoria				
9	1	Anurea cochlearis	—	—	2	3
10	2	Anurea aculeata	—	1	—	1
11	3	Polyarthra platyptera	1	2	2	3
12	4	Notholca longispina.	—	1	1	2
		Колькасць форм	5	7	9	9

4) паўночны выступ возера;

5) паўночна-заходні выступ возера.

1. Літараль поўночнага і ўсходняга берагоў мае тыпова прыбойны характар (пануючыя тут вятры—паўдн.; паўдн.-зах.; зах. і паўн.-зах.), складаецца з пяскоў з дамешкай галькі і пазбаўлена расліннасці. Таму біяцэнтычныя фактары тут будуць адыгрываць вельмі малую ролю, бо насельніцтва пяску вельмі беднае і рэдкае і ўплыў біёнтаў адзін на аднаго зведзены да мінімума.

На адлегласці 20—40 м ад берага цягнецца з поўначы на поўдзень бар'ер зараснікаў жорсткай расліннасці, які некалькі ізаліруе планктон літаралі ад планктона пелагіялі. Зоапланктон апісаны на падставе 4 проб з 4 станцый

(№№ станцый 7, 13, 23 22), як відаць з табл. 1. Зоапланктон гэтай вобласці характарызуецца аднолькавымі суадносінамі Cladocera, Copepoda і Rotatoria і беднасцю яго па колькасці; асабліва бедны формамі планктон 7 станцыі, у якім знойдзена ўсяго толькі 5 форм.

2. Літараль заходняга берага характарызуецца вялікімі зараснікамі Scirpus'a і Phragmites; грунт тут—пясчана-шэрая гліна з дамешкаю пяску, галькі, бітага ракушніку і раслінных рэштак. Біяцэноз гэтай зоны выяўлен 21 формай, з якіх частка з'яўляецца характэрнай для літаралі, пакрытай зараснікамі жорсткай расліннасці. Зоапланктон літаралі заходняга берага апісан па падставе 4 проб з 4 станцый (№№ станцый 24, 16, 30 і 31) і паказан на табл. 2. Значная розніца ва ўмовах асвятлення, харчавання і выпарвання, якія маюць арганізмы ў зоне трысцёвых зараснікаў заходняга берага, у параўнанні з усходнім берагам абумоўлівае і значную розніцу біяцэнозаў ў гэтых зонах. Зоапланктон заходняй літаралі багаты на прадстаўнікоў Cladocera, якія складаюць 50% усіх спатыканых форм, асабліва ў раёнах 24, 31 і 30 станцый.

З паміж іх Polyphemus pediculus, Scapholeberis mucronata, Acroperus harpae, Percantha truncata з'яўляюцца тыповымі прыбярэжнымі формамі, якія любяць трысцёвыя зараснікі. З паміж Cladocera ў гэтай зоне блізкімі да дамінантных форм становяцца Sida crystallina і Acroperus harpae ў раёне 30 станцыі. Для Rotatoria найбольш спрыяючыя ўмовы знаходзяцца ў раёне 24 станцыі. Тут Anurea cochlearis наблі жаецца да дамінантнай формы, а Polyarthra platyptera, Notholca longispina і Conochilus unicornis з'яўляюцца тут дамінантнымі формамі. Пры параўнанні зоапланктона на заходняй і ўсходняй літаралі (гл. табл. 1 і 2) адразу можна сказаць, што заходні бераг багаты на найбольш харчовую для рыб групу планктона, а іменна—Cladocera.

3. Пелагічная вобласць у возеры ўключае ў сябе ўсю прастору адкрытай вады, вольнай ад зараснікаў трысця (з глыбінёй ад 4—10 м). Там, дзе гэтых зараснікаў няма, яна падыходзіць вельмі блізка да лініі берага. Пелагічная вобласць выяўлена адным біяцэнозам—планктонам адкрытай вады, які нязначна розніцца ў розных пунктах возера, але не столькі, каб яго падзяліць на асобныя біяцэнозы.

Асноўныя рысы зоапланктона адбіты ў табл. 3 (даследваны пробы з 10 станцый: №№ 8, 9, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 20 і 19). Планктон багаты рознымі формамі, Cladocera прадстаўлены 14 відамі, Copepoda—9 відамі, Rotatoria—7 відамі. Ёсць формы характэрныя для пелагіялі—напр. Bythotrephes longimanus і Leptodora Kindtii з Cladocera; Cyclops vicinus, C. insignis, Diaptomus graciloides, Heterocope appendiculata з Copepoda і Anurea aculeata з Rotatoria.

Табліца № 2

Воз. Першае. Планктон заходняй літаралі

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата № станцыі № пробы Глыбіня ў mt t° вады Празрыстасць	11/VI 16 57 3,5 18,8 2,30	16/VI 24 69 1,5 17,6 —	14/VII 31 112 0,5 — —	14/VII 30 114 0,75 — —
		Protozoa				
1	1	Difflugia urceolata	1	5	—	—
		Cladocera				
2	1	Sida crystallina	—	2	1	4
3	2	Daphne longispina var. cucullata f. Kahlbergiensis	3	3	—	—
4	3	Diaphanosoma brachyurum	—	2	—	2
5	4	Bosmina coregoni gibbera	—	2	—	—
6	5	Bosmina longirostris typica	—	2	2	1
7	6	Bosmina coregoni rotunda	—	2	—	—
8	7	Percantha truncata	—	2	3	—
9	8	Chydorus sphaericus	—	1	—	2
10	9	Acroperus harpae	—	—	1	4
11	10	Polyphemus pediculus	—	—	—	2
12	11	Scapholeberis mucronata	—	—	—	1
		Copepoda				
13	1	Cyclops phaleratus	2	3	—	1
14	2	Cyclops fimbratus	2	—	—	—
15	3	Diaptomus graciloides	—	1	2	1
		Rotatoria				
16	1	Anurea cochlearis	2	4	2	—
17	2	Anurea aculeata	—	3	—	—
18	3	Polyarthra platyptera	3	5	—	—
19	4	Mytilina mucronata	—	—	1	3
20	5	Notholca longispina	—	5	—	2
21	6	Conchilus unicornis	5	5	—	—
		Колькасць форм	7	16	7	11

Воз. Першае. Плав

№№ па парадку	№№ па парадку					
		Дата	12 VI	13 VI	13 VI	13 VI
		№ станцыі	8	9	10	11
		№ пробы	25	30	34	37
		Глыбіня ў mt.	8 0	9.75	10.0	9.5
		t°	17°	16,8°	17°	17,4°
		Празрыстасць	2.40	3.25	3.0	2.60
		Protozoa				
1	1	Arcella mitrata	1	1	—	2
2	2	Difflugia urceolata	—	3	3	3
		Cladocera				
3	1	Alona quadriangularis	—	1	—	—
4	2	Daphne longispina var. hyalina f. pellucida	—	—	—	—
5	3	Daphne longispina var. cucullata f. Kahlbergiensis	3	—	2	3
6	4	Daphne longispina var. cucullata f. cucullata	3	2	2	1
7	5	Daphne longispina var. hyalina f. rotundifrons	1	1	—	1
8	6	Ceriodophnia megops	—	—	—	—
9	7	Bosmina coregoni gibbera	2	1	2	2
10	8	Bosmina coregoni rotunda	1	1	1	1
11	9	Bosmina longirostris typica	2	—	1	—
12	10	Diaphanosoma brachyurum	—	1	2	1
13	11	Byphotrephes longimanus	—	—	1	—
14	12	Chydorus sphaericus	—	—	—	1
15	13	Leptodora Kindtii	1	—	—	—
16	14	Rhynchotalona rostrata	—	—	—	—
17	15	Sida crystallina	—	—	—	—
		Copepoda				
18	1	Cyclops phaleratus	5	4	3	5
19	2	Cyclops gracilis	4	—	—	—
20	3	Cyclops vicinus	3	—	2	5
21	4	Cyclops fimbratus	—	4	—	—
22	5	Cyclops albidus	—	—	2	4
23	6	Cyclops insignis	—	—	—	—
24	7	Cyclops affinis	—	—	—	—

Табліца № 3

ктон пелагіялі

14 VI	14 VI	15 VI	15 VI	17 VI	17 VI	15 VII	14 VII	14 VII	1[illegible] VII
12	15	17	18	20	19	8	12	17	19
41	52	63	65	91	96	106	100	98a	104
4.0	7.50	5.50	8.0	10.0	10.0	8.0	9.0	8.0	10.0
17,8°	20°	19,6°	19,6°	18,8°	18.0°	18,0°	25,0	25,0	25,4
—	—	2.25	2.60	2 20	2.50	—	2.50	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	2	2	—	2	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
2	4	3	3	2	2	2	2	2	2
2	—	2	2	2	3	3	1	3	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	1	1	2	2	1	1	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
—	—	—	—	2	2	4	—	3	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	1	—	—	1	1	1	1
—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	3	2	4	2
4	2	3	—	2	2	2	2	2	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	2	3	3	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	2	3	2	—	2	—

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата	12 VI	13 VI	13 VI	13 VI
		№ станцыі	8	9	10	11
		№ пробы	25	30	34	37
		Глыбіня ў mt.	8.0	9.75	10.0	9.5
		t⁰	17,0	16,8⁰	17,0⁰	17,4⁰
		Празрыстасць	2.40	3.25	3 0	2.60
25	8	Heterocope appendiculata . . .	—	2	—	—
26	9	Diaptomus graciloides	5	5	5	5
		Rotatoria				
27	1	Anurea cochlearis	4	3	3	4
28	2	Anurea aculeata	—	1	1	3
29	3	Conochilus unicornis	5	—	5	5
30	4	Notholca longispina.	3	2	2	2
31	5	Polyarthra platyptera	—	5	5*	4
32	6	Asplanchna priodonta	—	—	—	1
33	7	Rattulus capucinus	—	—	—	—
		Колькасць форм . .	15	16	17	19

Побач з пелагічнымі формамі ёсць і формы тыповыя для зараснікаў літаралі; што датычыцца колькаснага размеркавання планктона, то дамінантнымі формамі, альбо блізкімі да іх, з'яўляюцца прадстаўнікі Copepoda, якія сустракаюцца скрозь: Cyclops phaleratus і Diaptomus graciloides, з паміж Rotatoria—Anurea cochlearis і Polyarthra platyptera.

У групе Cladocera няма дамінантных форм, але ёсць формы, што сустракаюцца скрозь, як Daphne longispina var. cucullata forma Kahlbergiensis, Daphne longispina var. cucullata forma cucullata, Bosmina coregoni gibbera.

Пры параўнанні планктона, які збіраны быў ад 12/VI—17/VI, з планктонам, збіраным ад 14/VII — 17/VII-1932 г., можна адзначыць змяншэнне агульнага ліку форм Cladoccera, Copepoda і Rotatoria ў планктоне 2-га збірання. У групе Cladocera з'яўляецца новая форма Sida crystallina; у групе Rotatoria зусім знікаюць Anurea aculeata, Conochilus unicornis, Polyarthra platyptera, замест іх з'яўляецца Asplanchna priodonta; Copepoda прадстаўлены толькі трыма формамі: Cyclops phaleratus, C. affinis і Diaptomus graciloides.

Змяншэнне зоапланктона ў ліпнёвых збіраннях можна аб'ясніць моцным развіццём Ceratium hirudinella і цвіценнем сіне-зялёных водарасляў.

Параўноўваючы зоапланктон усходняга і заходняга берага з пелагіяллю, трэба адзначыць вялікую кормнасць зоапланкто-

14 VI	14 VI	15 VI	15 VI	17 VI	17 VI	15 VII	14 VII	14 VII	14 VII
12	15	17	18	20	19	8	12	17	19
41	52	63	65	91	96	106	100	98a	104
4.0	7.50	5.50	8.0	10.0	10.0	8.0	9.0	8.0	10.0
17,8°	20°	19,6°	19,6°	18,8°	18,0°	18,0°	25,0°	25,0°	25,4°
—	—	2.25	2.60	2.20	2.50	—	2.50	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	2	4	4	4	4	4	3	4	4
5	2	4	4	2	2	2	3	2	2
2	2	3	—	—	—	—	—	—	—
—	3	3	3	—	—	—	—	—	—
—	1	1	1	1	1	1	2	1	1
5	4	4	5	2	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	2	1	1	3
—	—	—	—	1	—	—	1	—	1
11	13	13	11	12	12	12	11	12	11

на пелагічнай вобласці як па колькасці найбольш харчовай для рыб групы планктэраў (Cladocera і Copepoda), так і па агульнай якаснай living разнастайнасці складу планктоннай фауны.

4. Паўночны выступ возера. Ён адзначаецца добра развітай падводнай і надводнай расліннасцю ў берагавой зоне. Зоапланктон апісваецца на падставе 7 проб з 5 станцый—(№№ станцый: 1, 2, 3, 26 і 27), зводная табл. 4.

Пры параўнанні біяцэноза пелагіялі з біяцэнозам літаралі, адразу кідаецца ў вочы беднасць форм зоапланктона літаралі паўночнага выступа. Так Cladocera ў планктоне пелагіялі прадстаўлены 8 формамі, Copepoda—7 формамі, Rotatoria—5 формамі; у літаралі Cladocera прадстаўлены толькі 3 формамі, Copepoda—2 формамі. У пелагіялі знаходзяцца яе тыповыя прадстаўнікі, як Diaptomus graciloides, Cyclops leuckarti і Anurea aculeata.

Зоапланктон пелагіялі другога збірання ад 15/VII-1932 г. характарызуецца знікненнем цэлага раду форм, з 23 іх знойдзена толькі 9; прапаў цэлы рад босмін і цыклопаў і таксама як у пелагіялі адкрытага плёса ліпнёвых збіранняў, так і ў пелагіялі паўночнага выступа ў ліпнёвых збіраннях паяўляюцца Sida crystallina, Diaphanosoma brachyurum з Cladocera і Asplanchna priodonta з Rotatoria.

Вялікая колькасць свабоднай CO_2—26,0 мг ‰ у зоне літаралі поўночнага выступа на 1 і 2-ой станцыі цягне за

Табліца № 4

Воз. Першае. Паўночны выступ возера

№№ п/п.	№№ п/п.	Назва форм	Пелагіяль	Літараль	Пелагіяль II зб.
		Protozoa			
1	1	Difflugia urceolata	3	2	—
2	2	Difflugia pyriformis	1	—	—
		Cladocera			
3	1	Daphne lougisp. var. cucullata f. Kahlbergiensis	2	—	1
4	2	Ceriodaphnia megops	1	3	—
5	3	Bosmina longirostris pellucida	2	—	—
6	4	Bosmina longirostris typica	2	3	—
7	5	Bosmina coregoni gibbera	2	—	1
8	6	Bosmina coregoni rotunda	1	—	—
9	7	Alona quadriangularis	1	2	—
10	8	Chydorus sphaericus	1	—	—
11	9	Diaphanosoma brachyurum	—	—	2
12	10	Sida crystallina	—	—	2
		Copepoda			
13	1	Diaptomus graciloides	1	—	2
14	2	Cyclops leuckarti	1	—	—
15	3	Cyclops serrulatus	2	—	—
16	4	Cyplops macrurus	1	—	—
17	5	Cyclops albidus	2	—	—
18	6	Cyclops phaleratus	2	3	2
19	7	Cyclops crassicaudis	2	—	—
20	8	Nauplii Copepoda	5	2	—
		Rotatoria			
21	1	Polyarthra platyptera	3	5	—
22	2	Anurea cochlearis	3	4	3
23	3	Anurea aculeata	2	—	—
24	4	Triathra longiseta	—	2	—
25	5	Notholca longispina	2	3	3
26	6	Asplanchna priodonta	—	—	1
		Колькасць форм	22	10	9

сабой змяненне рэакцыі асяроддзя ў бок кіслотнасці pH=7,2, а гэтыя фактары, як відаць, уплываюць на біяцэноз паўночнага выступа, галоўным чынам яго літаралі.

5. Паўночна-заходні выступ возера характарызуецца магутным развіццём макрафітаў; мясцамі ў ім ідзе інтэнсіўнае забалочванне. Зоапланктон апісваецца на падставе 5 проб з 4 станцый (№№ станцый: 5, 6, 28 і 29), гл. табл. 5.

Біяцэноз пелагіялі паўночна-заходняга выступа возера вельмі бедны—усяго 13 форм; зусім няма дамінантных форм, літараль характарызуецца яшчэ меншай колькасцю форм — 9, зусім няма босмін з паміж Cladocera, затое Diaptomus graciloides і Cyclops phaleratus з Copepoda ў гэтай зоне

Табліца № 5

Воз. Першае. Паўночна-заходні выступ возера

№№ п/п.	№№ п/п.	Назва форм	Планктон пелагіялі	Планктон літаралі
		Protozoa		
1	1	Difflugia urceolata	2	2
		Cladocera		
2	1	Diaphanosoma brachyurum	—	1
3	2	Daphne longispina var. cucullata forma Kahlbergiensis	2	2
4	3	Bosmina longirostris typica	2	—
5	4	Bosmina coregoni gibbera	1	—
6	5	Bosmina coregoni rotunda	1	—
7	6	Percantha truncata	2	—
8	7	Acroperus harpae	—	1
		Copepoda		
9	1	Diaptomus graciloides	2	4
10	2	Cyclops phaleratus	1	4
11	3	Cyclops albidus	1	—
		Rotatoria		
12	1	Anurea cochlearis	2	3
13	2	Anurea aculeata	3	—
14	3	Polyarthra platyptera	3	3
15	4	Notholca longispina	1	2
		Колькасць форм	13	9

становяцца блізка да damінантных. Параўноўваючы зоапланктон паўночнага і паўночна-заходняга выступа возера з зоапланктонам пелагіялі, трэба адзначыць беднасць яго на прадстаўнікоў Cladocera і Copepoda, а адсюль і малую яго вартасць у сэнсе кормнасці для рыб.

Кароткая тыпалагічная характарыстыка зоапланктона

Паводле класіфікацыі Тінемана-Наумана воз. Першае па сваіх фізіка-хімічных уласцівасцях можа быць залічана да групы азёр еўтрофнага тыпу з вялікай колькасцю харчовых матэрыялаў. Вада багата на солі кальцыя; магутныя заараснікі макрафітаў у берагавой зоне дапамагаюць далейшаму еўтрафаванню вадаёма. Зоаплапктон якасна развіты даволі добра (усяго канстатавана 62 формы) і ў асноўным мае тыповы азёрны характар; межы зоапланктона літаралі і пелагіялі адзначаюцца не рэзка. У планктоне пелагіялі, з паміж рачкоў, якія сустракаюцца скрозь, знойдзены—Daphne longispina var. cucullata for. Kahlbergiensis і Daphne longispina var. cucullata forma cucullata, Bosmina coregoni gibbera, Cyclops phaleratus, Diaptomus graciloides, астатні рачок на шмат якіх станцыях становіцца дамінантнай альбо блізкай да яе формай. З паміж колаўратак, якія прадстаўлены слаба ў планктоне, сустракаюцца скрозь—Anurea cochlearis і Notholca longispina.

Паўночна-заходні і паўночны выступы возера дзеля свайго інтэнсіўнага забалочвання і фізіка-хімічнага рэжыму могуць быць залічаны да вадаёмаў, якія займаюць прамежнае месца паміж еўтрофным і дыстрофным тыпам азёр, адсюль ясна чаму зоапланктон гэтых раёнаў бедны формамі, асабліва ў зонах літаралі, дзе кіслародны рэжым бяднейшы чым у пелагіялі, дзе pH—7,2, а свабодная CO_2 павялічваецца да 26,0 мг $^0/_{00}$ і вада багата на гумінавыя матэрыі.

Па ўсім возеры зоапланктон развіты даволі добра, і дзеля таго, што ракападобныя па колькасці форм пераважаюць над колаўраткамі, дык планктон возера Першага можна ахарактарызаваць як Кладацэрна-копеподны.

Грунт возера Першага

Літараль воз. Першага, глыбінёй ад 0—4 м на поўначы, усходзе і поўдні складаецца ў галоўнай масе з пясчаных грунтаў, да якіх у раёне ўсходняга берага дамешваецца бітая ракушка, галька і раслінныя рэшткі. Заходні бераг характарызуецца заглеенымі пясчана-гліністымі грунтамі з дамешкай раслінных рэштак.

Паўночны і паўночна-заходні выступы вельмі засплавінены. Цёмна-буры глей гэтай зоны пры мікраскапічным ана-

Табліца № 6

Воз. Першае. Літараль ад 0—4 м

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць экземпляр. на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр
II ст.	3.25	Цёмна-буры глей з дамешкай раслінных рэштак	1. Cryptochironomus	1	5.0		
			2. Protenthes kraatzi	1	5.0		
			3. Tanypus sp.	48	5.0		
			4. Ceratopogon	2	5.0		
4			5. Tubifex sp.	3	4.0	55	272.0
VI	3.5	Цёмна-буры глей з дамешкай раслінных рэштак і пяску	1. Chironomus plumosus	6	45.5		
			2. Trichotanypus sagittalis	3	5.5		
			3. Tanytarsus	1	11.0		
			4. Ceratopogon	2	3.0	12	306.5
XIV	1.5	Заглеены пясок з дамешкай бітай ракушкі і раслін. рэштак	1. Chironomus plumosus	2	32.0		
			2. Glyptotendipes Gripekoveni	16	5.0		
			3. Molanna	2	110.0		
			4. Asellus aquaticus	1	14.0		
			5. Tubifex sp.	2	3.0		
			6. Helobdella stagnalis	9	24.0		
			7. Valvata piscinalis	3	—		
50			8. Sphaerium sp.	2	10.0	37	620.0
XVI	2.5	Заглеенная пясчана-шэрая гліна з дамешкай пяску, галькі і бітай ракушкі	1. Chironomus plumosus	3	36.0		
			2. Glyptotendipes Gripekoveni	6	5.0		
			3. Trichotanypus sagittalis	4	5.0		
			4. Caenis	2	8.0		
			5. Leptocerus sp.	4	61.0		
58			6. Bithynia tentaculata	4	121.0	23	902.0
XXI	1.0	Заглеены пясок, галька і бітая ракушка	1. Polypedilum	35	7.0		
88			2. Leptocerus sp.	31	42.0	66	1547.0
XXII	1.0	Заглеены пясок	1. Chironomus plumosus	13	36.0		
			2. Кукалка Chironomus plumosus	1	31.0		

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць экземпляр. на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў м гр	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў м гр
			3. Chironominae воз. Круглага	1	5.0		
90			4. Paracladopelma . .	50	8.0	65	904
II	3.0	Цёмна-буры глей з дамешкай раслінных рэштак	1. Prothentes kraatzi . .	2	5.0		
			2. Ceratopogon . . .	1	5.0	-	
			3. Tubifex sp.	1	4.0		
109			4. Bithynia tentaculata .	5	90.0	9	469
VI	3.5	Цёмна-буры глей з дамешкай раслінных рэштак і пяску	1. Chironomus plumosus.	9	45.0		
			2. Trichotanypus sagittalis	10	5.5		
			3. Chironominae воз. Круглага	1	5.0		
111			4. Tubifex sp.	29	4.0	49	581
XII	4.0	Заглеены пясок з дамешкай галькі	1. Chironomus plumosus.	9	59.2		
			2. Chironomus plumosus.	6	16.7		
			3. Stictochironomus . .	12	3.6		
			4. Tubifex sp.	2	4.0		
44			5. Bithynia tentaculata .	2	112.0	31	908.0

лізе паказаў, што ён складаецца з рэштак планктагенных форм, і галоўная яго маса складзена з фрагментаў вышэйшых вадзяных раслін (Scirpus, Nymphaea і інш.) і раслінных частак балотнага паходжання, якія прыносяцца вадой канаў з прылягаючых балот. На падставе гэтых адзнак яго можна ахарактарызаваць як літаральную алахтонную дыгітыю

Цэнтральная частка возера—профундаль ад 4—10 м мае глініста-глеісты грунт шэра-зялёнага колера. Асноўнай падсцілаючай пародай будуць тут нежныя гліны шэрага колера, на якія лажыцца пласт глею. Мікраскапічны аналіз паказаў, што галоўная маса глею складаецца з капрагенных элементаў фітапланктона, які спрэсаваўся і сярод якога параскіданы панцыры дыятомавых водарасляў, хітынавыя часткі створак ракавін Bosmina, Alona, Difflugia, рэшткі хіранамід і пылок сасны.

Паводле класіфікацыі для прэснаводных адкладаў, запрапанаванай Е. Наўманам (1921 г.), гэты грунт можна лічыць тыповай алахтоннай планктагеннай гітыяй.

Табліца № 7

Воз. Першае. Профундаль ад 4--10,0 м

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць экземпляр. на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр.	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр.
XVII	9.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	35	53.0		
			2. Trichotanypus sagittalis	13	5.5		
101			3. Tubifex sp.	75	4.0	123	2226.5
XVII	8.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	35	45.5		
			2. Chironominae воз. Круглага	8	6.0		
			3. Trichotanypus sagittalis	6	5.5		
			4. Tubifex sp.	25	3.5	74	1761.0
VIII	8.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	16	31.0		
			2. Tanytarsus mendax .	43	5.0		
			3. Trichotanypus sagittalis	12	5.0		
			4. Кукалкі Ch. plumosus	2	30.0		
			5. Кукалкі Tanytarsus .	1	6.0		
26			6. Tubifex sp.	26	6.0	106	1043.0
IX	9.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	6	45.5		
			2. Trichotanypus sagittalis	11	6.0		
			3. Tanytarsus mendax .	1	5.5		
			4. Tubifex sp.	23	3,5		
31			5. Pisidium sp. . . .	8	111.0	49	1312.5
X	10.0	Жырны глей, шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	16	60.7		
			2. Trichotanypus sagittalis	4	6.5		
			3. Tubifex sp.	25	4.1		
35			4. Pisidium sp. . . .	9	95.0	54	1909.7
XI	9.5	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	18	64.0		
			2. Tanytarsus mendax .	12	5.0		
			3. Trichotanypus sagittalis	15	5.0		
38			4. Tubitex sp.	34	4.0	79	1430.5

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць экзэмпляр. на 0,1 $м^2$	Сярэдняя вага ў мгр.	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр.
XVIII	8.0	Жырны глей, шэра-зялёнага колера з дамеш. пяску	1. Chironomus plumosus.	21	44.0		
			2. Glyptotendipes Gripekoveni	11	5.3		
			3. Tubifex sp. . . .	17	4.0		
			4. Valvata piscinalis .	1	80.0		
			5. Pisidium sp. . . .	6	82.0	56	1622.3
XIX	10.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	12	65.0		
			2. Chironominae воз. Круглага	8	5.0		
			3. Trichotanypus sagittalis	2	5.0		
			4. Bithynia tentaculata .	3	102.0		
97			5. Tubifex sp.	5	4.0	30	1156.0
VIII	8.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus	9	58.0		
			2. Bithynia tentaculata .	2	98.0		
			3. Chironominae воз. Круглага	13	5.0		
			4. Trichotanypus sagittalis	69	5.0		
107			5. Tubifex sp. . . .	2	4.0	95	1136.0
XII	8.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumo sus	35	50.6		
			2. Trichotanypus sagittalis	13	5.0		
			3. Tubifex sp.	75	4.0		
101			4. Bithynia tentaculata .	15	112.0	138	3816.0
XV	7.5	Глей шэра-зялёнага колера з раслінны-мі рэштк.	1. Chironomus plumosus	10	55.0		
			2. Кукалкі Ch. plumosus.	4	5.0		
			3. Glyptotendipes Gripekoveni	4	5.0		
			4. Trichotanypus sagittalis	17	4.0		
			5. Tubifex sp. . . .	11	31.0		
53			6. Bithynia tentaculata .	10	108.0	56	1903.0

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць экземпляр. на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр
XIX	10.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	32	45.5		
			2. Chironominae воз. Круглага	1	5.0		
			3. Trichotanypus sagittalis.	9	5.0		
			4. Tubifex sp. . . .	27	4.0		
105			5. Bithynia tentaculata .	12	98.0	81	2790.0
XX	10.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus.	26	35.0		
			2. Chironominae воз. Круглага	1	5.0		
			3. Tubifex sp. . . .	13	4.0		
92			4. Bithynia tentaculata .	13	91.0	53	2150.0
X	10.0	Глей шэра-зялёнага колера	1. Chironomus plumosus	68	61.0		
			2. Trichotanypus sagittalis	3	5.0		
			3. Chironominae воз. Круглага	4	5.0		
			4. Tubifex sp. . . .	26	4.0		
105			5. Bithynia tentaculata .	10	101.0	111	5297.0

Табліца № 8

Воз. Першае

№ ст. № проб.	III 8	V 17	XIII 46	XXI 73	XVI 62
1. Tubifex sp..	+	—	+	—	+
2. Stylaria lacustris	+	+	—	—	—
3. Placobdella sp..	+	—	—	—	—
4. Helobdella stagnalis	+	—	—	—	—
5. Herpobdella octoculata	—	+	—	+	—
6. Planorbis corneus	—	+	—	—	—
7. Vivipara duboisiana	—	+	—	+	+
8. Amphipeplea glutinosa	+	—	—	—	+
9. Bithynia inflata	+	—	—	—	—

№ ст.	III	V	XIII	XXI	XVI
№ проб.	8	17	46	73	62
10. Valvata piscinalis	+	—	—	+	—
11. Unio tumidus	—	+	—	—	—
12. Sphaerium corneum	+	—	—	+	+
13. Anodonta piscinalis	—	—	—	+	+
14. Limnaea truncatula	+	—	—	+	—
15. Limnaea stagnalis	—	+	—	—	+
16. Limnaea auricularia	—	+	—	—	—
17. Gammarus pulex	—	+	—	—	—
18. Asellus aquaticus	—	—	+	—	—
19. Limnesia maculata.	+	—	—	—	—
20. Corixa	—	—	—	+	—
21. Caenis	+	—	—	+	—
22. Centroptilium	—	+	—	—	—
23. Limnophilus sp.	—	+	—	—	+
24. Macroplea appendiculata. . . .	+	—	—	—	—
25. Chironomus plumosus.	—	—	+	—	—
26. Pentapedilum	+	—	—	—	—
27. Chironominae воз. Круглага . .	+	—	—	—	—
28. Protenthes kraatzi.	+	+	—	—	—
29. Trichotanypus sagittalis	+	—	—	—	+
30. Ceratopogon	+	—	—	—	+
Колькасць форм . .	17	11	3	8	9

Кампаненты доннай фауны воз. Першага

У літаралі, асноўным грунтам якой з'яўляецца пясок з мінімальнай колькасцю глеевых адкладаў, фауна даволі бедная колькасна, але featured рознастайная якасна: на плошчу ў 0,1 кв. м прыпадае максімальна да 66 арганізмаў. У табл. 6 падана 9 проб дночарпальнікам з 7 станцый у зоне літаралі з паказаннем грунтаў і глыбінь станцый. Тут Chironomus plumosus прадстаўлен у невялікай колькасці—ад 2—13 экз., апрача таго сустракаюцца з хіранамід Protenthes kraatzi, Tanypus, Trichotanypus sagittalis, Glyptotendipes, Polypedilum і Paracladopelma. Пясчаны грунт з'яўляецца добрым асяроддзем для жыцця Trichoptera віда Molanne і Leptocerus, а з хіранамід для Glyptotendipes. З малюскаў тут сустракаюцца Valvata piscinalis, Bithynia tentaculata і Sphaerium. Шмат хто

лічыць Tапурus за літаральную форму; паводле Н. Ліпінай (1929 г.) Тапурus, экалагічна вельмі індыферэнтная форма, жывіцца дробнымі хіранамідамі і тубіфіцыдамі, а таксама адмершым планктонам, які не расклаўся.

У паўночным і паўночна-заходнім выступе возера глей цёмна-бурага колера тыпу дыгітыя, фауна гэтага грунту бедная на Chironomus plumosus таму, што гэтыя лічынкі больш любяць раздробнены грунт, а буйныя раслінныя рэшткі Scirpus і Nymphaea і інш. не могуць быць скарыстаны як харчаванне данымі арганізмамі. Гэты тып грунту дае з плошчы ў 0,1 кв. м да 55 арганізмаў. Для больш поўнай характарыстыкі фауны літаралі, браліся яшчэ скрэбкавыя пробы ў раёнах зараснікаў надводнай раслiннасці на заходнім беразе.

Матэрыял па біяцэнозу зараснікаў паданы ў табл. 8.

1. Тут з насельнікаў грунту былі знойдзены чэрві — Tubifex sp.; Stylaria lacustris, Placobdella; малюскі—Vivipara duboisiana, Amphipeplea glutinosa, Bithynia inflata, Valvata piscinalis, Unio tumidus, Sphaerium corneum, Anadonta piscinalis, Limnaea stagnalis, Limnaea auricularia; рачкі—Gammarus pulex, Asellus aquaticus; хіранаміды—Chironomus plumosus, Pentapedilum, Chironominae воз. Круглага, Protenthes kraatzi, Trichotanypus sagittalis.

2. З насельнікаў паверхні раслін знойдзены Helobdella stagnalis, Herpobdella octoculata, лічынкі ручэйніка—Limnophilus sp.

3. З плаваючых сярод раслін—Limnesia maculata, Caenis i Corixa.

Вобласць прафундалі пачынаецца з 4-10 м (у сувязі з нязначнай глыбінёй воз. Першага яго субліталь зусім бадай не азначана), пакрыта глеем шэра-зялёнага колера тыпу гітыя. Гэты грунт з'яўляецца даволі прадукцыйным, з плошчы ў 0,1 кв. м ён дае да 123 арганізмаў (гл. табл. 7).

Біяцэноз шэра-зялёнага глею складаецца з наступных арганізмаў: Tubifex sp., Pisidium, Bithynia tentaculata, з хіранамід сустракаюцца — Chironomus plumosus, Trichotanypus sagittalis, Tanytarsus mendax, Stictochironomus, Glyptotendipes, Chironominae воз. Круглага.

Наяўнасць Tanytarsus сведчыць аб добрым кіслародным рэжыме прафундалі. Stictochironomus паводле думкі шмат якіх аўтараў (Дэксбах, 1928 г.)—форма чыстай пясчанай літаралі і прыбойнай зоны, вымагальная да O_2, паводле Lenz (1927 г.) у паўночнай Германіі гэта форма характэрна таксама для пясчанай літаралі, у Нарвегіі ў высокагорных азёрах яна з'яўляецца кіруючай формай прафундалі. Glyptotendipes Gripekoveni, паводле Н. Ліпінай (1929 г.), харчуецца

слаба раскладзеным планктонам. Згодна Lundbeck азёры сярэдняй часці Еўропы можна ахарактарызаваць, па пануючых у іх групах донных арганізмаў, як хіранамусавыя, альбо тубіфіцыдныя, альбо карэтравыя. У воз. Першым Corethra не знойдзена зусім, хіранаміды ў гэтым возеры займаюць па колькасці першае месца ў параўнанні з тубіфіцыдамі. Адсюль можна воз. Першае ахарактарызаваць як хіранамідна-тубіфіцыднае возера (гл. табл. 8-а).

Табліца № 8-а

Колькасць хіранамід і тубіфіцыд, якая прыходзіцца на плошчу ў 1 кв. м

Назва грунтаў	Chironomus plumosus	Trichotanypus sagittalis	Tanypus	Tanytarsus	Glyptotendipes	Chironominae воз. Круглага	Paracladopelma	Stictochironomus	Polypedilum	Усяго хіранамід	Tubificidae
Шэра-зялёны глей .	242	145	—	40	10	25	—	—	—	462	275
Цёмна-буры глей з дамешк. раслін. рэштак паўн. і паўдн.-заход. выступа возера	37	32	120	5	—	2	—	—	—	196	82
Заглеены пясок (літараль)	54	40	—	—	110	2	100	20	70	396	8

Колькасныя даныя па доннай фауне

Літараль воз. Першага характарызуецца беднасцю ў ёй хіранамід (гл. табл. 6), Chironomus plumosus, у максімальнай колькасці 15 экз. з 0,1 кв. м, прадстаўлены толькі на 12 станцыі. З іншых прадстаўнікоў хіранамід можна паказаць на Polypedilum—35 экз. на 21 станцыі і Paracladopelma—50 экз. на 22 станцыі.

Літараль у асноўнай масе складаецца з заглееных пяскоў з дамешкай бітай ракушкі, галькі і раслінных рэштак. Можна лічыць, што гэты від грунту мае сярэднюю прадукцыйнасць (гл. табл. 9), дзе паказана агульная колькасць арганізмаў на кожнай станцыі з агульнай вагой арганізмаў у мгр. Самай багатай станцыяй з'яўляецца 21; лік арганізмаў на ёй даходзіць да 66 экз. з 0,1 кв. м, агульная вага якіх роўна 1547 мгр. Сярэдняя колькасць арганізмаў для гэтай зоны раўняецца 44, з сярэдняй вагой у 976,0 мгр.

Табліца № 9

Колькасць арганізмаў на заглееным пяску (на 0,1 кв. м) літаралі

№ № станцый	Глыбіня ў метрах	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр
12	4,0	31	908
14	1.5	37	620
16	2,5	23	902
21	1,0	66	1547
22	1,0	65	904

Сярэдні лік арганізмаў для 5 станцый=44.
Сярэдняя вага ў мгр=976,0.

Паўночны і паўночна-заходні выступ возера ў якасці грунту маюць цёмна-буры глей з дамешкай раслінных рэштак, грунт тыпу дыгітыя таксама бедны на Chironomus plumosus—максімальная колькасць 9 экз. з 0,1 кв. м на 6 станцыі. Сярэдняя колькасць арганізмаў у гэтай зоне з 0,1 кв. м роўна 31,2 пры сярэдняй вазе 407,1 мгр (гл. табл. 10).

Табліца № 10

Колькасць арганізмаў на цёмна-бурым глеі (на 0,1 кв. м) паўночнага і паўночна-заходняга выступа возера

№№ станцый	Глыбіня ў метрах	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр	
2	3,25	55	272	Сярэдні лік арганізмаў для 4-х станцый = = 31,2 Сярэдняя вага = = 407,1 мгр
6	3,5	12	306,5	
2	3,0	9	469	
6	3,5	49	581	

Прафундаль, пакрытая шэра-зялёным глеем, дае да 123 арганізмаў з 0,1 кв. м; на 10 станцыі колькасць Chironomus plumosus даходзіць да 68 экз. з сярэдняй вагой у 61,0 мгр (гл. табл. 7). Гэта зона з'яўляецца самай прадукцыйнай, сярэдні лік арганізмаў для 14 станцый роўны 79,0 пры сярэдняй вазе ў 210, 0 мгр (гл. табл. 11).

Табліца № 11

Колькасць арганізмаў на шэра-зялёным глеі на 0,1 кв. м прафундалі

№№ станцый	Глыбіня ў метрах	Агульны лік арганізмаў	Агульная вага ў мгр
9	9,0	49	1312,5
17	9,0	123	2226,5
17	8,0	74	1761,0
8	8,0	106	1043,0
10	10,0	54	1909,7
11	9,5	79	1430,5
18	8,0	56	1622,3
19	10,0	30	1156,0
8	8,0	95	1136,0
12	8,0	138	3815,0
15	7,5	56	1903,0
19	10,0	81	2790,0
20	10,0	53	2150,0
10	10,0	111	5297,0

Сярэдняя колькасць арганізмаў для 14 станцый = 79
Сярэдняя вага ў мгр = 2110.

Трэба адзначыць, што ў часе палявых работ 14/VI-1932 г. на сярэдзіне плёса былі знойдзены шкуркі кукалак Chironomus plumosus; яны ішлі цэлымі патокамі; прыбойнай хваляй маса іх была прынесена да ўсходняга берага ў раёне 22 станцыі. Такім чынам вылёт хіранамусаў у масе адбыўся 12—13/VII-932 г., што нарушыла нармальны вобраз іх колькасці ў бентасе прафундалі. Спрыяючым сезонам для меркавання аб колькасці хіранамід у глыбокіх вадаёмах з добрым кіслародным рэжымам, з вялікай масай вады з'яўляецца позняя восень. Гэты сезон характэрны тым, што хіранаміды скончылі свой вылёт, а новая генерацыя ўжо паспела падрасці.

У табл. 8[a] відаць роля асобных форм на розных відах грунту. Асноўных форм хіранамід у воз. Першым — 9, з паміж іх толькі 5 мае кіруючае значэнне: Chironomus plumosus, Trichotanypus sagittalis, Tanytarsus, Glyptotendipes і Chironominae воз. Круглага. Гэткую-ж кіруючую ролю займаюць Tubificidae, колькасць якіх менш агульнай колькасці хіранамід і, нарэшце, Bithynia tentaculata з Mollusca ў пра-

фундалі, у зоне шэра-зялёнага глею па колькасці трохі толькі ўступае агульнаму ліку хіранамід (446 на 1 кв. м) і таму займае ў біямасе прафундалі воз. Першага важнае месца (гл. табл. 12).

Табліца № 12

Колькасць хіранамід, тубіфіцыд і малюскаў, якая прыходзіцца на плошчу ў 1 кв. м

Назва грунту	Усяго хіранамід	Тубіфіцыды	Bithynia tentaculata	Pisidium
Шэра-зялёны глей .	462	275	446	130
Цёмна-буры глей з дамешкай раслін. рэштак	196	82	12	—
Заглеены пясок. .	396	8	12	—

Бентас у рыбагаспадарчай ацэнцы з'яўляецца харчовымі запасамі, якія прадуцыруюцца дном вадаёма; кожная форма арганізма, якая ўваходзіць у склад бентаса, разглядаецца з пункту гледжання яе харчовай вартасці.

Домрачэў (1927), разглядаючы бентас з пункту гледжання харчовай вартасці для рыб, устанаўляе тры катэгорыі бентаса: прадукцыйны, малапрадукцыйны і непрадукцыйны. Да першай катэгорыі адносяцца бокаплавы, дробныя двустворчатыя малюскі, лічынкі казюлек (хіранамід) і чэрві, да другой—сярэдняй меры ракушкі і, нарэшце, да трэцяй—непрадукцыйнага бентаса—адносяцца буйныя ракушкі і піяўкі, а таксама вадзяныя кляшчы.

Пірожнікаў (1929) прапануе ў ацэнцы бентаса ўвесці паняцце харчовай вартасці для рыб і разрозніваць высокакормны (палітрофны) бентас, малакормны (алігатрофны) бентас.

Усе формы, якія жывуць на дне воз. Першага, могуць быць скарыстаны як харч тым альбо іншым відам рыбы, значыць на ўсе 100% бентас можна лічыць за высокакормны. Мерай для абсалютнай і параўнаўчай ацэнкі прадукцыйнасці вадаёма будзе лічыцца колькасць і вага знойдзеных арганізмаў, аднесеныя да плошчы ў 1 га. Падыходзячы да вызначэння прадукцыйнасці дна, даводзіцца ўлічваць як сярэднюю вагу арганізмаў, якая з'яўляецца вынікам зважвання проб з розных пунктаў дна возера з рознымі біятопамі, так і сярэднюю колькасць форм. Рэзультаты ўсяго падліку можна паказаць у наступнай табл. 13, якая складзена па асобных біятопах.

Табліца № 13

№№ п/п	Якасць глею	Сярэдні лік арганіамаў	Сярэдняя вага ў кг з 1 га
1	Шэра-зялёны глей	7.907.000	211,0
2	Цёмна-буры глей дыгітыя . . .	3.125.000	40,7
3	Заглееены пясок з дамешкай галькі і ракушкі	4.400.000	97,6
	Па ўсім возеры . . .	6 286.956	180,6

З табліцы відаць, што розныя біятопы прадуктуюць не аднолькавую колькасць арганізмаў, а адсюль і сярэдняя вага біямасы ў кг з 1 га дае ваганне ад 40,7 да 211,0 кг.

Воз. Першае, што да ацэнкі прадукцыйнасці дна, натуральна падзяляецца на 3 вобласці: а) прафундаль з пункту гледжання яе рыбагаспадарчай вартасці можа быць ацэнена як высокапрадукцыйная і высокакормная (211,0 кг/га), б) літараль (біятоп з заглеенага пяску, галькі, ракушкі), як вобласць з сярэдняй прадукцыйнасцю (97,6 кг/га) і в) паўночна-заходні і паўночны выступ возера (біятоп—цёмна-буры глей з дамешкай раслінных рэштак), як вобласць з нізкай прадукцыйнасцю (40,7 кг/га).

Возера Другое

Наступным з даследваных азёр з'яўляецца воз. Другое. Максімальная глыбіня—19,0 м, празрыстасць—2,40, паступовае паніжэне тэмпературы вады ад паверхні да дна (ля паверхні—19,4°, на глыбіні 11 м—13,6; тэмпературнага скачка няма; pH ля паверхні 8,4, на глыбіні 7,4; бікарбанатаў ля паверхні ад 68,0—102,52 мгр ‰; свабоднай CO_2—8,8 мгр ‰; SiO_2—2,6 мгр ‰; кіслароду—8,5 мгр ‰; акісляемасць—14,22 мгр ‰, вялікая колькасць солей Ca.

Па воз. Другое было ўзята 24 пробы планктона з 21/VI—29/VI і з 17/VII—18/VII-1932 г. Воз. Другое характарызуецца добра развітай лініяй берага, а добра развітыя зараснікі жорсткай расліннасці дапамагаюць адасабленню літаральнай зоны. Таму пры разгляданні зоапланктона данага возера, на падставе выбірання проб па асобных станцыях, удалося ўстанавіць 2 асноўных біяцэнозы, якія знаходзяцца ў шчыльнай сувязі з біятопамі: 1. Літаральная зона, 2. Пелагіяль.

1. Літаральная зона вузкай паласою акружае ўсё возера (глыбіня да 3-х м). Яна займае вялікія прасторы. Грунт яе

дробна-зярністы пясок з дамешкай галькі, мясцамі з дамешкай раслінных рэштак, і толькі ў заліве ў раёне 3-й станцыі грунт прадстаўлены шэра-зялёным глеем з дамешкай пяску.

Зоапланктон апісаны на падставе 11 проб з 9 станцый (№№ станцый: 2, 3, 4, 9, 19, 31, 34, 35 і 36). Як відаць з табл. 14, планктон гэтай зоны збіранняў ад 21/VI да 27/VI 1932 г. вельмі бедны формамі. Параўнаўча добра развіты зоапланктон, прадстаўлены толькі ў пробах 3 і 19 станцый; у гэтых двух пробах ёсць прадстаўнікі Cladocera, Copepoda і Rotatoria. Пробы з 4-й і 9-й станцый характарызуюцпа наяўнасцю ў іх толькі фітапланктона. Тая самая беднасць формамі выяўляецца і ў пробах ліпнёвых збіранняў ад 17/VII — 18/VII-32 г. Тут можна адзначыць 35 станцыю (паўдн.-зах. канец возера), у планктоне якой з 8 знойдзеных форм на долю рачкоў прыходзіцца 6. Асабліва беднымі формамі з'яўляецца планктон 2-й станцыі—знойдзена ўсяго 1 форма. І хоць у зоапланктоне гэтай зоны налічваецца да 23 форм, але паводле колькасці планктэраў, якія ў яго ўваходзяць, яго можна лічыць зусім малапрадукцыйным і малакормным для рыбы.

2. Пелагічная вобласць у воз. Другім, дзякуючы нязначнасці літаральнай зоны, часамі пачынаецца за 20 — 40 м ад урэзу вады і займае ўсю прастору вады, незарослую жорсткай расліннасцю. Характэрныя адзнакі зоапланктона паказаны на табл. 15 (даследвана 13 проб з 9 станцый №№ 1, 5, 6, 11, 12, 13, 15, 16, 20). Планктон ліпнёвых збіранняў багаты align="">рознастойнымі формамі: Cladocera прадстаўлены 16 відамі, Copepoda — 6 відамі і Rotatoria — 10 відамі. Ёсць тыповыя пелагафільныя формы, напр. Bythotrephes longima-

Табліца № 14

Воз. Другое. Планктон літаралі

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата	22 VI	22 VI	22 VI	24 VI	27 VI	17 VII	18 VII	18 VII	18 VII	18 VII	18 VII
		№ станцыі	2	3	4	9	19	19	31	34	36	35	2
		№ пробы	206	208	211	230	266	301	303	309	311	315	321
		Глыбіня ў м	2.0	2.0	2.5	1.0	0.5	0.5	0,75	0.5	0.6	0.5	2.0
		t⁰ вады	20.0	20 0	18.2	19.0	18.9	—	—	—	—	—	—
		Празрыстасць	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Protozoa											
1	1	Difflugia urceolata . . .	—	—	—	—	3	1	—	—	—	3	—
2	2	Arcella mitrata	1	—	—	—	1	2	2	—	1	—	—

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата	22 VI	22 VI	22 VI	24 VI	27 VI	17 VII	18 VII	18 VII	18 VII	18 VII	18 VII
		№ станцыі	2	3	4	9	19	19	31	34	36	35	2
		№ пробы	206	208	211	230	266	301	303	309	311	315	321
		Глыбіня ў м	2.0	2.0	2.5	1.0	0.5	0.5	0.75	0.5	0.6	0.5	2.0
		t⁰ вады	20.0	20.0	18.2	19.0	18.9	—	—	—	—	—	—
		Празрыстасць	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Cladocera			фітапланктон	фітапланктон							
3	1	Diaphanosoma brachyurum	—	1			—	1	—	—	1	3	—
4	2	Ceriodaphnia megops	—	3			—	1	—	—	1	—	—
5	3	Simocephalus vetulus	—	2			—	—	—	—	—	—	—
6	4	Bosmina longirostris typica	—	4			—	—	—	—	1	—	—
7	5	Bosmina coregoni gibbera	—	—			1	—	—	2	—	—	—
8	6	Acroperus harpae	—	—			—	—	1	—	—	—	—
9	7	Chydorus sphaericus	—	—			—	2	—	—	—	3	—
10	8	Daphne longispina var. cucullata form. kahlbergienesis	—	—			1	—	—	—	—	3	—
11	9	Daphne longispina var. cucullata form. incerta	—	—			—	—	—	—	—	2	—
		Copepoda											
12	1	Diaptomus graciloides	—	3			3	1	—	3	—	3	—
13	2	Cyclops albidus	—	3			1	—	—	—	—	—	—
14	3	Cyclops phaleratus	—	3			—	1	—	4	—	—	—
15	4	Cyclops leuckarti	—	1			1	—	—	—	—	—	—
16	5	Cyclops affinis	—	1			—	—	—	—	—	—	—
17	6	Cypris sp.	—	—			—	—	1	—	—	—	—
		Rotatoria											
18	1	Polyartha platyptera	1	2			2	1	—	3	—	2	—
19	2	Cathypna luna	1	—			—	—	1	—	—	—	—
20	3	Anurea aculeata	—	4			—	—	—	—	—	—	4
21	4	Anurea cochlearis	—	2			3	3	—	4	2	3	—
22	5	Rattulus capucinus	—	—			1	1	—	—	—	—	—
23	6	Notholca longispina	—	—			1	—	—	—	—	—	—
		Колькасць форм	3	12	0	0	11	10	4	5	5	8	1

nus і Leptodora Kindtii з Cladocera; Diaptomus graciloides з Copepoda; Cathypna luna, Anurea aculeata з Rotatoria.

Побач з пелагічнымі формамі, ёсць і формы тыповыя для зараснікаў літаралі. Што датычыць колькаснага размеркавання паасобных форм, то ў групе Cladocera дамінантных форм няма. Daphne longispina var. cucullata f. incerta і Daph e longispina var. cucullata f. cucullata адзначаюцца тым, што амаль скрозь сустракаюцца; Sida crystallina ў раёне 12 станцыі становіцца формай блізкай да дамінантнай. У групе Copepoda дамінантнай формай на некаторых станцыях становіцца Diaptomus graciloides, апроч таго ў зоапланктоне пелагіялі значнае месца займаюць наўплiусы Copepoda. У групе Rotatoria знойдзена 9 форм, але ўсе яны ў нязначнай колькасці прадстаўлены ў планктоне, а паміж іх толькі Natholca longispina адзначаецца тым, што сустракаецца скрозь, дый то ў невялікай колькасці.

У планктоне ліпнёвых збіранняў (гл. табл. 15) можна адзначыць у групе Cladocera, побач з змяншэннем агульнага ліку форм, дамінаванне Chydorus spaericus на ўсіх станцыях і павелічэнне колькасці Diaphanosoma brachyurumi; гэты рачок на 11 і 15 станцыях становіцца блізкі да дамінантнай формы. У групе Copepoda колькасць форм таксама зменшылася, Cyclops albidus зрабіўся формай, якая скрозь сустракаецца, а Diaptomus graciloides стаў дамінуючай формай. У групе Rotatoria, апроч Polyarthra platyptera, усе формы знікаюць, а з'яўляецца толькі адна новая форма—Mytilina mucronata, і то ў вельмі малой колькасці і сустракаецца рэдка.

Калі планктоп літаралі для рыбы з'яўляецца малакормным, то гэтага не можна сказаць пра планктон пелагіялі. Наяўнасць вялікай колькасці планктэраў з паміж Cladocera і Copepoda робіць яго вельмі каштоўным у рыбагаспадарчых адносінах.

Возера Трэцяе

Воз. Трэцяе мае максімальную глыбіню 7,0 м; празрыстасць 2.20; дзякуючы невялікай глыбіні возера добра праграваецца. Тэмпературнага скачка няма; pH ля паверхні—8,0, на глыбіні 5,0 м—7,5. Кіслярода—7,52 мгр $^0/_{00}$.

Берагі воз. Трэцяга зрэзаны мала; яны нізкія; асноўным іх грунтам з'яўляюцца пясчаныя адклады, і толькі ў раёне 29 станцыі бераг складзены з гліны. Нізкія берагі не закрываюць плёса ад паўдн., паўдн.-зах., заходн. і паўдн.-зах. вятроў, якія тут пануюць; слабае развіццё берагавой расліннасці мала дапамагае адасабленню літа-

Воз. Другое.

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата	21 VI	22 VI	22 VI
		№ станцыі	1	5	6
		№ пробы	200	212	216
		Глыбіня ў м	17.0	6.0	11.0
		t°вады	18.8	17 8	18.0
		Празрыстасць	2,30	2.40	2.40
		Protozoa			
1	1	Difflugia urceolata	1	—	2
2	2	Arcella mitrata	—	—	—
		Cladocera			
3	1	Daphne longispina var. cucullata f. incerta	2	2	2
4	2	Daphe longispina var. cucullata f. cucullata	2	—	2
5	3	Daphe longispina var. cucullata f. apicata	—	—	—
6	4	Daphe longispina var. cucullata f. Kahlbergiansis	2	2	—
7	5	Daphe longispina var. longispina f. typica	1	—	—
8	6	Daphe longispina var. hyalina f. typica	—	—	—
9	7	Ceriodaphnia megops	3	—	—
10	8	Scapholeberis mucronata	1	—	—
11	9	Bosmina coregoni gibbera	1	3	2
12	10	Bosmina longirostris brevicornis	1	—	—
13	11	Chydorus sphaericus	—	—	1
14	12	Diaphanosoma brachyurum	—	—	—
15	13	Rhynchotalona rostrata	—	1	—
16	14	Sida crystallina	—	—	—
17	15	Bythotrephes longimanus	—	—	—
18	16	Leptodora Kindtii	—	—	—
		Copepoda			
19	1	Cyclops fuscus	—	—	—
20	2	Cyclops phaleratus	—	—	—
21	3	Cyclops albidus	—	1	—
22	4	Cyclops leuckarti	1	1	—
23	5	Diaptomus graciloides	5	4	3
24	6	Nauplii Copepoda	4	3	3

Табліца № 15

Планктон пелагіялі

24 VI	25 VI	25 VI	26 VI	27 VI	28 VI	18 VI	18 VII	17 VII	17 VII
11	12	13	15	16	20	1	6	11	15
237	240	241	248	255	268	287	289	285	283
11.0	15.0	18.0	13.0	13.0	12.0	17.0	12.0	11.0	15.0
18.4	18.8	18.8	19.8	18.4	19.4	—	—	—	—
2.40	2.20	2.40	2.30	2.40	2.40	-	—	—	—
4	4	4	4	3	4	—	1	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
3	—	2	2	2	—	2	2	—	2
3	3	2	2	3	3	2	—	2	2
—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
—	2	1	2	1	2	2	2	—	—
—	2	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	2	—	2	2	—	1	1	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	1	1	—	2	2	5	5	5	5
2	2	—	—	2	1	3	3	4	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	4	1	1	1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
2	2	—	1	1	2	2	2	2	3
—	—	2	—	—	1	2	—	—	—
4	4	5	4	5	2	5	5	5	5
3	4	3	4	3	4	—	—	—	—

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата	21 VI	22 VI	22 VI
		№ станцыі	1	5	6
		№ пробы	200	212	216
		Глыбіня ў м	17.0	6.0	11.0
		t⁰ вады	18.8	17.8	18.0
		Празрыстасць	2.30	2.40	2.40
		Rotatoria			
25	1	Triathra terminalis	3	—	—
26	2	Notholca longispina	3	2	2
27	3	Anurea cochlearis	—	1	3
28	4	Asplanchna priodonta	1	—	—
29	5	Polyarthra platyptera	—	—	—
30	6	Mytilina mucronata	—	—	—
31	7	Cathypna luna	—	—	—
32	8	Rattulus capucinus	—	1	1
33	9	Anurea aculeata	1	—	—
		Колькасць форм	16	11	10

ральнай зоны. Зоапланктон літаралі (гл. табл. 16), не гледзячы на рознастайнасць форм, колькасна слаба развіты. Дамінантных форм няма зусім, толькі адзін рачок з паміж Cladocera-Chydorus sphaericus, які сустракаецца скрозь, у раёне 29-30 станцый становіцца блізкім да дамінантнай формы; ёсць формы рачкоў тыповыя для літаралі, напр. Ceriodaphnia megops, Rhynchotalona rostrata і Polyphemus pediculus. Copepoda ў літаралі прадстаўлены слаба, з паміж Rotatoria-Triathra terminalis на 29 і 30 станцыях у сваім развіцці набліжаецца да дамінантнай формы, пасля даволі добра прадстаўлены, бадай, ва ўсіх пробах Anurea cochlearis.

Калі параўнаць зоапланктон літаралі з зоапланктонам пелагіялі, то адразу можна ўстанавіць іх поўную аналогію: тут з новых форм у пробах ліпнёвых збіранняў з'яўляюцца з Cladocera-Leptodora Kindtii, Daphne longispina v. cucullata f. cucullata і Sida crystallina; з Copepoda—Cyclops serrulatus; з Rotatoria—Conochilus unicornis.

Планктон пелагіялі багаты на вельмі харчовыя для рыбы віды Cladocera і Copepoda. Такое падабенства планктона пелагіялі і літаралі можна тлумачыць толькі наяўнасцю ў воз. Трэцім буйнай хвалі на плёсе, якая не стварае ўмоў для адасаблення біяцэноза літаралі. Ёсць вельмі вя-

24 VI	25 VI	25 VI	26 VI	27 VI	28 VI	18 VI	18 VI	17 VII	17 VII
11	12	13	15	16	20	1	6	11	15
237	240	241	248	255	268	287	289	285	283
11.0	15.0	18.0	13.0	13.0	12.0	17.0	12.0	11.0	15.0
18.4	18.8	18.8	19.8	18.4	19.4	—	—	—	—
2.40	2.20	2.40	2.30	2.40	2.40	—	—	—	—
—	1	2	2	2	1	—	—	—	—
2	2	3	2	1	1	—	—	—	—
—	2	1	2	2	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	2	1	1	—	1	1	1	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	2	—	—	1	—	—	—	—	—
—	1	—	1	—	—	—	—	—	—
9	16	19	14	17	16	10	9	7	8

лікае падабенства планктона пелагіялі воз. Другога і воз. Трэцяга ліпнёвых збіранняў: і там і тут Cladocera па колькасці форм, якія ўваходзяць, пераважаюць над Copepoda і Rotatoria, а рачкі Chydorus sphaericus, Diaphanosoma brachyurum, Diaptomus graciloides становяцца кіруючымі формамі.

Кароткая тыпалагічная характарыстыка зоапланктона.

Воз. Другое — глыбокі вадаём (глыбіня да 19 м). Паводле свайго фізіка-хімічнага рэжыму, па багаццю солямі Ca, па цвіценню сіне-зялёнымі водарасьлямі, згодна класіфікацыі Тінемана-Наумана можа быць залічана да тыпу еўтрофных азёр. Зоапланктон колькасна і якасна добра развіты толькі ў пелагіялі (усяго канстатавана 32 формы).

Вузкая паласа літаральнай зоны, пакрытай невялікімі зараснікамі макрафітаў, яе моцнае праграванне і асвятленне праменнямі сонца ствараюць неспрыяючыя біяцэнетычныя ўмовы для жыцця зоапланктона, таму ён тут і слаба прадстаўлены. У пелагіялі Cladocera налічваецца 16 форм, Daphne longispina прадстаўлена 5 варыятэтамі, Chydorus sphaericus і Diaphanosoma brachyurum з'яўляюцца кіруючымі формамі ў планктоне ліпнёвых збіранняў (гл. табл. 15). Cope-

Табліца № 16

Воз. Трэцяе. Планктон літаралі і пелагіялі

№№ па парадку	№№ па парадку		літараль				пелагіяль			
		Дата	17 VII	17 VII	17 VII	17 VII	27 VI	27 VI	17 VII	17 VII
		№ станцыі	27	29	30	19	17	18	17	26
		№ пробы	293	297	299	301	258	261	279	281
		Глыбіня ў м	0.5	0.75	0.5	0.5	5.5	6.5	5.5	4.0
		t° вады	—	—	—	—	18.8	19	—	—
		Protozoa								
1	1	Arcella mitrata	—	1	—	2	—	1	—	—
2	2	Difflugia urceolata . . .	—	1	1	1	4	3	—	2
		Cladocera								
3	1	Ceriodaphnia megops . .	1	—	—	1	—	—	—	—
4	2	Rhynchotalona rostrata .	1	—	—	—	—	—	—	—
5	3	Chydorus sphaericus . .	3	4	4	2	4	4	5	5
6	4	Diaphanosoma brachyurum	3	—	3	1	1	—	4	4
7	5	Polyphemus pediculus .	1	—	1	—	—	—	—	—
8	6	Bosmina coregoni gibbera	2	1	2	—	2	2	2	3
9	7	Bosmina coregoni typica .	1	—	—	—	—	—	—	—
10	8	Bosmina longirostris pelluc.	1	—	—	—	—	—	—	—
11	9	Daphne longispina cucullata f. Kahlbergiensis . .	—	2	2	—	2	2	2	4
12	10	Daphne longispina cucullata f. cucullata . . .	—	—	—	—	3	3	2	—
13	11	Sida crystallina. . . .	—	—	—	—	—	2	2	2
14	12	Leptodora Kindtii . . .	—	—	—	—	1	—	—	—
		Copepoda								
15	1	Cyclops phaleratus. . .	2	—	—	1	—	—	—	—
16	2	Cyclops albidus . . .	2	—	1	—	2	2	3	3
17	3	Cyclops leuckarti . . .	—	—	2	—	1	—	—	—
18	4	Cyclaps serrulatus . . .	—	—	—	—	—	—	3	3
19	5	Diaptomus graciloides. .	—	—	3	1	2	3	4	4
		Rotatoria								
20	1	Triathra terminalis . . .	—	4	4	—	1	1	1	1
21	2	Polyarthra platyptera . .	—	2	2	1	1	2	2	2
22	3	Anurea cochlearis . . .	—	3	3	3	2	2	2	2
23	4	Rattulus capucinus. . .	—	1	1	1	—	1	1	2
24	5	Notholca longispina . .	—	—	1	—	—	1	2	1
25	6	Conochilus unicornis . .	—	—	—	—	—	—	1	1
		Колькасць форм .	10	9	14	10	13	14	15	15

poda па колькасці ўступаюць Cladocera і Ratatoria, з паміж іх толькі Diaptomus graciloides з'яўляецца дамінантнай формай, якая сустракаецца скрозь. Rotatoria, не гледзячы на рознастайнасць форм, развіты слаба.

Воз. Трэцяе паводле свайго фізіка-хімічнага рэжыму, слабага адасаблення літаральнай зоны, даволі добра развітага зоапланктона, па цвіценню сіне-зялёнымі водарасьлямі зусім падыходзіць да тыпу еўтрофных азёр; берагавая паласа ў ім вельмі вузкая і таму няма адасаблення літаральнай зоны ад пелагіялі. Ёсць вельмі вялікае падабенства планктона пелагіялі воз. Другога і воз. Трэцяга ліпнёвых збіранняў, якое можна аб'ясніць аднолькавым фізіка-хімічным рэжымам абодвух азёр.

Грунт воз. Другога і воз. Трэцяга

Літараль воз. Другога глыбінёй ад 0—3 м акружае вузкай паласой усё возера і ў асноўным складаецца з пясчаных грунтаў з дамешкай галькі, і толькі ў раёне 33 станцыі да асноўнага пясчанага грунту дамешваецца вельмі многа раслінных рэштак, а ў раёне 3 станцыі ў якасці грунту знойдзен шэра-зялёны глей з дамешкай пяску і раслінных рэштак (фрагменты Ceratophyllum).

Цэнтральная частка возера — профундаль, ад 3—19 м занята глеевымі адкладамі, якія ў гэтай зоне прадстаўлены двума відамі глею: 1) глей шэра-зялёнага колера з дамешкай пяску і бітай ракушкі пакрывае дно паўночнай часткі возера — 16, 15 і 14 станцыі і ўсю паўднёвую частку — 6 і 5 станцыі, 2) сярэдняя частка возера ў прафундалі ў якасці грунту мае жырны чорна-зялёны глей (13, 10, 11, 7 і 20 станцыі) на глыбіні ад 11—18 м. Мікраскапічны аналіз паказвае, што галоўная маса глею складаецца з капрагенных элементаў, фітапланктона, які спрасаваўся і сярод якога параскіданы ракавіны Difflugia, Arcella, створкі панцыраў і антэны Bosmina, Daphnia, Chydorus, пылок сасны і значная дамешка раслінных рэштак. Гэты грунт можна ахарактарызаваць, як тыповую *аўтахтонную планктагенную гітыю.* Літараль воз. Трэцяга пакрыта дробна-зярністым пяском, у раёне 29 і 28 станцый у якасці грунту знойдзена гліна. У прафундалі, глыбінёй ад 3 — 7 м, грунт складаецца з шэра-зялёнага глею з дамешкай раслінных рэштак, якія расклаліся; гэты тып грунту займае толькі цэнтральную частку воз. Трэцяга і можа быць ахарактарызаваны як *аўтахтонная літаральная гітыя.* Астатняя частка прафундалі пакрыта заглеенымі пясчанымі адкладамі з дамешкай галькі.

Кампаненты доннай фауны воз. Другога і воз. Трэцяга

Літараль воз. Другога пакрыта ў асноўным заглееным пясчаным грунтам; фауна яе даволі рознастайная. У табл. 17

Таблiца № 17

Воз. Другое. Лiтараль ад 0—3.0 м

№№ стан. і проб	Глыбіня ў метрах	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць арган. на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арганізм.	Агульная вага ў мгр
II	2.0	Заглеены дробна-зярнiсты пясок з дамешкай галькі	1) Chironomus plumosus .	10	29.0		
			2) Cryptochironomus . .	3	5.0		
			3) Polypedilum. . . .	43	5.0		
			4) Psectrotanypus . . .	2	5.0		
207			5) Caenis	2	12.0	60	554
III	2.0	Глей з дамешкай пяску	1) Endochironomus . .	15	5.0		
			2) Phryganea	2	42.0		
			3) Bithynia tentaculata .	3	80.0		
			4) Glossosiphonia complanata	2	31.0		
209			5) Helobdella stagnalis .	1	21.0	23	482
VIII	2.25	Заглеены пясок з дамешк. галькі	1) Polypedilum. . . .	11{4 7	{7.0 5.0		
			2) Cricotopus	8	4.0		
			3) Limnophilus . . .	6	80.0		
			4) Sphaerium	1	19.0		
			5) Helobdella stagnalis .	1	19.0		
228			6) Tubifex sp.	4	4.0	31	629
IX	1.0	Заглеены пясок з дамешкай галькі	1) Polypedilum. . . .	1	5.0		
			2) Corethra	1	4.0		
			3) Molanna	2	80.0		
			4) Leptocerus	6	38.0		
			5) Ascellus aquaticus . .	2	11.0		
			6) Sphaerium	3	32.0		
229			7) Tubifex sp.	8	4.0	23	547
XXXIV	1.25	Заглеены дробна-зярнiсты пясок	1) Polypedilum. . . .	1	5.0		
			2) Cricotopus	3	4.7		
			3) Molanna	2	80.0		
			4) Bithynia tentaculata .	4	80.0		
310			5) Stylaria lacustris . .	40	3.0	50	619

№№ станц. і проб	Глыбіня ў метрах	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць арган. на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арганізм.	Агульная вага ў мгр
XXXV	1.5	Заглеены дробна-зярністы пясок	1) Glyptotendipes Gripekoveni	2	5.0		
			2) Polypedilum. . . .	2	5.0		
			3) Bithynia tentaculata .	2	85.0		
316			4) Stylaria lacustris . .	20	3.0	26	250
XIX	0.5	Заглеены пясок	1) Glyptotendipes Gripekoveni	4	5.0		
			2) Eutanytarsus. . . .	5	6.0		
			3) Psectrotanypus . . .	1	5.0		
			4) Cricotopus	2	5.0		
			5) Limnophilus sp.. .	9	32.0		
			6) Gammarus pulex . .	2	15.0		
			7) Sphaerium	2	25.5		
267			8) Glossosiphonia complanata	2	31.0	27	496

падана 7 проб дночарпальнікам у зоне літаралі з паказаннем грунтоў, глыбінь станцый, з назвай арганізмаў. Хіранаміды тут прадстаўлены рознастайнасцю форм: Chironomus plumosus знойдзен на адной толькі станцыі ў колькасці 10 экз. (2 ст.), апрача яго сустракаюцца Polypedilum, Cryptochironomus, Psectrotanypus, Eutanytarsus, Endochironomus, Cricotopus, Glyptotendipes.

Паводле Н. Ліпінай (1929 г.) Polypedilum, Eudochironomus, Cricotopus жывуць у літаралі на раслінах, Cryptochironomus — драпежнік, чулы на кісларод і любіць пясчаны грунт. Апрача хіранамід віднае месца сярод фауны займаюць Trichoptera-Phryganea, Limnophilus, Molanna і Leptocerus; Hirudinea віда—Glossosiphonia complanata, Helobdella stagnalis; Mollusca-Bithynia tentaculata, Sphaerium, Crustacea-Gammarus pulex і Asellus aquaticus.

У зоне літаралі былі яшчэ ўзяты скрабковыя пробы ў глыбокіх залівах, пакрытых жорсткай расліннасцю і ў вусцях і вытоках рэчак. Матэрыял па біяцэнозу зараснікаў прадстаўлены на табл. 18 (№№ станцый 19, 40, 31, 32, 33, 36, 4 і 3). Па ўсей берагавой зоне распаўсюджаны Asellus і Gammarus. Апрача ракападобных добра прадстаўлены малюскі і хіранаміды, пры гэтым прадстаўнікі хіранамід тыя самыя, што і ў літаралі.

Табліца № 18

Воз. Другое

№№ па парадку	Дата	27 VI	18 VII	17 VII	18 VII	18 VII	18 VII	20 VI	22 VI
	№№ станц.	19	40	31	32	33	36	4	3
	№№ проб	267	254	304	306	308	312	314	318
	Глыбіня ў м	0.5	0.75	1.0	0.70	0.65	0.90	2.5	2.0
1	Glossosiphonia complanata . .	+	—	—	—	—	—	—	—
2	Herpobdella octoculata . . .	—	+	—	—	—	—	—	—
3	Helobdella stagnalis	—	—	+	—	—	+	—	—
4	Stylaria lacustris	—	—	—	—	—	—	+	—
5	Limnaea auricularia	—	+	—	—	—	—	—	—
6	Limnaea ovata	—	—	+	—	—	—	+	+
7	Planorbis glaber	—	+	—	—	—	—	—	—
8	Planorbis carinatus	—	—	+	—	—	—	—	—
9	Vivipara duboisiana	—	+	+	+	+	—	+	+
10	Valvata piscinalis	—	—	—	+	—	—	—	—
11	Lithogliphus naticoidees. . .	+	+	—	—	—	—	—	—
12	Bithynia tentaculata	—	+	—	—	—	—	—	+
13	Sphaerium sp.	+	—	+	—	—	—	+	—
14	Asellus aquaticus	—	—	+	—	—	+	—	—
15	Gammarus pulex	+	+	—	—	+	—	+	+
16	Лічынка Caenis	+	—	—	—	—	—	—	—
17	„ Libellula	—	+	—	—	—	—	—	—
18	„ Ephemeridae . . .	—	—	—	—	—	—	—	+
19	Limnophilus	+	—	—	—	—	—	—	—
20	Cryptochironomus	—	—	—	—	+	—	—	—
21	Endochironomus	—	—	+	—	—	+	+	+
22	Stictochironomus	+	—	—	—	—	—	—	—
23	Glyptotendipes	+	—	—	—	—	—	—	—
24	Eutanytarsus	+	—	—	—	—	—	—	—
25	Psectrotanypus	+	—	—	—	—	—	—	—
	Колькасць форм .	10	8	7	2	3	3	6	6

Прафундаль воз. Другога пачынаецца з 3—19 м і пакрыта глеем шэра-зялёнага колера тыпу гітыя (гл. табл. 19). Біяцэноз гэтых глеяў у асноўным складаецца з тубіфіцыд, малюскаў—Sphaerium і Bithynia tentaculata; хіранамід — Chironomus plumosus, Trichotanypus sagittalis, Chironominae воз. Круглага; Culicoides - Ceratopogon і Culicidae - Corethra. Паводле Тінемана (1925 г.) лічынкі Corethra няма ў алігатрофных азёрах. Паводле Valle (1927 г.) наяўнасць Corethra характэрна для еўтрофных і мезатрофных азёр. Iärnefelt лічыць Corethea індыкатарам малой колькасці кіслорода. Калі спрабаваць ахарактарызаваць воз. Другое на падставе адной

Табліца № 19

Воз. Другое. Прафундаль ад 3—19 м

№№ проб і станц.	Глыбіня	Грунт	Назва форм	Колькасць форм на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арган.	Агульная вага ў мгр
V	17.8	Шэра-зялёны глей з дамешкай ракушкі	1) Chironomus plumosus.	1	60.2		
			2) Chironominae воз. Круглага	12	6.0		
			3) Trichotanypus sagittalis.	1	5.0		
			4) Ceratopogon . . .	1	7.0		
			5) Bithynia tentaculata .	3	81.0		
213			6) Tubifex sp.. . . .	1	4.0	19	391.2
X	14.0	Жырны глей чорна-зялёнага колера	1) Chironomus plumosus.	14	54.7		
			2) Corethra	1	6.0		
			3) Bithynia tentaculata .	1	98.0		
232			4) Tubifex sp	1	4.0	17	873.8
XIII	18.0	Жырны глей шэра-зялёнага колера	1) Chironomus plumosus.	14	62.3		
			2) Corethra	6	6.0		
			3) Sphaerium corneum .	8	49.0		
242			4) Tubifex sp.. . . .	7	4.0	35	1328.2
XI	11.0	Жырны глей шэра-зялёвага колера	1) Chironomus plumosus.	25	43.0		
			2) Ceratopogon . . .	1	6.0		
			3) Corethra	5	5.0		
238			4) Tubifex sp.. . . .	91	6.0	122	1654.5
XIV	7.5	Заглеены пясок і драўняныя рэшткі	1) Chironomus plumosus.	8	38.0		
			2) Trichotanypus sagittalis	6	5.0		

№№ проб і станц.	Глыбіня	Грунт	Назва форм	Колькасць форм на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арган.	Агульная вага ў мгр
			3) Leptocerus	1	41.0		
247			4) Bithynia tentaculata .	2	80.0		
			5) Tubifex sp..	1	4.0	18	539
XV	13.0	Глей шэра-зялёнага колера з дамешкай пяску	1) Chironomus plumosus.	11	58.4		
			2) Trichotanypus sagittalis	2	5.0		
			3) Corethra.	10	6.0		
			4) Sphaerium corneum .	2	50.0		
249			5) Tubifex sp..	5	4.0	30	777.4
XVI	13.0	Глей шэра-зялёнага колеразда мешкай пяску	1) Chironomus plumosus.	6	40.5		
			2) Corethra	5	5.0		
256			3) Bithynia tentaculata .	1	68.0	12	336
XX	12 0	Жырны глей чорна-зялёнага колера	1) Chironomus plumosus.	14	58.7		
			2) Ceratopogon . . .	3	6.0		
			3) Corethra	16	7.0		
			4) Sphaerium corneum .	7	52.0		
269			5) Tubifex sp..	16	4,0	56	1379.7
I 201	17.0	Шэра-зялёны глей	1) Corethra	2	8.0	2	16.0
VI	11.0	Шэра-зялёны глей	1) Chironomus plumosus.	16	41.0		
			2) Ceratopogon . · .	1	6.0		
			3) Corethra.	5	6.0		
			4) Bithynia tentaculata .	2	81.0		
220			5) Tubifex sp..	48	4.4	72	1065.2
I	17.0	Шэра-зялёны глей	1) Trichotanypus sagittalis	4	5.0		
			2) Bithynia tentaculata .	1	80.0		
288			3) Tubifex sp..	9	4.0	14	136
VI	11.0	Шэра-зялёны глей	1) Chironomus plumosus.	6	42.0		
			2) Trichotanypus sagittalis	3	5.0		
			3) Tubifex sp..	22	4.0	31	355

№№ проб і станц.	Глыбіня	Грунт	Назва форм	Колькасць форм на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арган.	Агульная вага ў мгр
XI	11.0	Жырны глей чорна-зялёнага колера	1) Chironomus plumosus.	17	40.0		
			2) Trichotanypus sagittalis	3	5 0		
			3) Corethra	1	6.0		
286			4) Tubifex sp.. . . .	25	4 0	46	801.0
XV	13.0	Шэра-зялёны глей з дамешкай пяску	1) Chironomus plumosus.	4	40.5		
			2) Corethra	2	6.0		
			3) Sphaerium corneum .	2	45.0		
284			4) Tubifex sp.. . . .	6	4 0	14	288
VII	15.0	Жырны глей чорна-зялёнага колера	1) Chironomus plumosus.	16	47.5		
			2) Corethra	10	6.0		
			3) Sphaerium corneum .	2	19.0		
223			4) Tubifex sp.. . . .	25	4.5	53	970.5

з груп донных арганізмаў, то як відаць з табл. 20 хіранаміды з плошчы ў 1 кв. м прадстаўлены ў колькасці 177 экз., Corethra—65 экз. і Tubificidae—275 экз.

Табліца № 20

Колькасць хіранамід і тубіфіцыд, якая прыпадае на плошчу ў 1 кв. м прафундалі

Воз. Другое	Chironomus plumosus	Trichotanypus sagittalis	Ceratopogon	Усяго хіранамід	Corethra	Tubificidae
Жырны чорна-зялёны глей .	166	5	6,6	177,6	65	275
Сярэдняя вага ў мгр . . .	9798	25	39	9862	390	1100
Шэра-зялёны глей	57	17	22	96	26	102
Сярэдняя вага ў мгр . . .	2394	85	132	2611	156	408

Карэтравым воз. Другое назваць не можна, бо Corethra ў ім прадстаўлена ў параўнаўча невялікай колькасці. Тубіфіцыды па колькасці пераважаюць над хіранамідамі, але што да вагі, то ім уступаюць, хоць і адыгрываюць вядомую ролю ў біямасе дна. Таму, каб адзначыць адна-

часовае значэнне ў воз. Другім хіранамід і тубіфіцыд трэба будзе яго назваць хіранамідна-тубіфіцыдным возерам.

Фауна літаралі воз. Трэцяга знаходзіцца ў шчыльнай сувязі з характарам жорсткай расліннасці і грунту, які пакрывае гэту вобласць. Зараснікі трысця параўнаўча добра развіты ўздоўж паўднёвага берега воз. Трэцяга і наўкола выспаў, якія знаходзяцца па сярэдзіне возера. Тут да асноўнага пясчанага грунту дамешваюцца трысцёвыя рэшткі, і гэты біятоп характарызуецца даволі рознастайнай фаунай, якая бывае ў пясчанай літаралі, гл. табл № 21 (узяты толькі скрэбкавыя пробы на 19, 30 ст. і ў зарасніках выспаў). З хіранамід тут сустракаюцца: Glyptotendipes Gripekoveni, G. polytomus, Stictochironomus, Psectrotanypus, Polypedilum, Eutanytarsus; з малюскаў—Bithynia tentaculata, Lim-

Табліца № 21

Воз. Трэцяе. Літараль ад 0—3 м

№№ па парадку	Назва арганізмаў	19 ст. 267	30 ст. 300	264	260
1	Gammarus pulex	+	—	—	+
2	Herpobdella octoculata	—	—	—	+
3	Glossosiphonia complanata . . .	+	—	—	—
4	Bithynia tentaculata	—	—	+	+
5	Limnaea lagotis	+	+	—	—
6	Lithoglyphus naticoides . . .	+	—	—	—
7	Sphaerium sp.	+	—	+	+
8	Vivipara duboisiana	—	+	—	—
9	Glyptotendipes Gripekoveni . .	+	—	—	—
10	Glyptotendipes polytomus . . .	—	—	—	+
11	Eutanytarsus	+	—	+	—
12	Stictochironomus	+	—	—	—
13	Psectrotanypus	+	—	—	—
14	Polypedilum	—	—	+	—
15	Лічынка Caenis	+	+	—	—
16	Limnophilus sp.	+	—	—	—
17	Leptocerus sp.	—	—	—	+
	Колькасць форм . .	11	3	4	6

nea lagotis, Sphaerium, Vivipara dubojsiana; з Trichoptera—Limnophilus і Leptocerus; з Hirudinea—Herpobdella octoculata, Glossosiphonia complanata.

Прафундаль воз. Трэцяга толькі ў цэнтральнай частцы возера пакрыта „літаральнай" гітыяй, астатняя частка дна характарызуецца заглеенымі пясчанымі адкладамі (гл. табл. 22). Тут з хіранамід знойдзены: Chironomus plumosus, Chironominae воз. Круглага, Trichotanypus sagittalis, Glyptotendipes polytomus і Glyptotendipes Gripekoveni, ёсць трохі тубіфіцыд, з малюскаў—Bithynia tentaculata, якая сустра-

Табліца № 22

Воз. Трэцяе. Прафундаль ад 3—7 м

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць экземпл. на 0.1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр
XV	5.5	Глей шэразялёнага колера з дамешк. пяску і раслінных рэштак	1) Chironomus plumosus.	23	42.2		
			2) Glyptotendipes polytomus	24	5.0		
			3) Trichotanypus sagittalis	21	5.0		
			4) Bithynia tentaculata .	12	82.0		
259			5) Tubifex sp.	8	4.0	88	2211.6
XVIII	6.5	Глей шэразялёнага колера з дамешкай раслінных рэштак	1) Chironomus plumosus.	46	48.5		
			2) Chironominae воз. Круглага	4	5.0		
			3) Bithynia tentaculata .	3	78.0		
262			4) Tubifex sp.. . . .	20	4.0	73	2565.0
XVII	5.5	Глей шэразялёнага колера з дамешк. пяску і раслінных рэштак	1) Chironomus plumosus.	6	38.7		
			2) Glyptotendipes Gripekoveni	20	7.0		
			3) Trichotanypus sagittalis.	3	5.0		
			4) Bithynia tentaculata .	7	79.0	36	940.2
XXVI	4.75	Заглеены пясок з дамешк. галькі	1) Glyptotendipes Gripekoveni	32	6.0		
			2) Chironominae в. Круглага	36	5.0		
			3) Trichotanypus sagittalis	4	5.0		
282			4) Bithynia tentaculata .	3	80.0	75	632.0

каецца скрозь. Паводле Н. Ліпінай (1929 г.), Glyptotendipes polytomus—кампанент супольнасці „Plumosus“ сустракаецца заўсёды ў плыткіх вадаёмах у глеі прафундалі.

Табліца № 23

Колькасць хіранамід і тубіфіцыд, якая прыпадае на плошчу ў 1 кв. м прафундалі

Воз. Трэцяе	Chironomus plumosus	Trichotanypus sagittalis	Chironomidae воз. Круглага	Glyptotendipes	Усяго хіранамід	Tubificidae
Глей шэра-зялёнага колера .	187	70	100	180	537	70

З табл. 23 відаць, што хіранаміды прадстаўлены ў колькасці 537 экз. з плошчы ў 1 кв. м, Corethra зусім не знойдзена, а тубіфіцыды даюць толькі 70 экз. з аднаго кв. м— значыць кіруючымі формамі ў бентасе будуць толькі хіранаміды, таму воз. Трэцяе можна назваць хіранамідным возерам.

Колькасныя даныя па доннай фауне воз. Другога і Трэцяга

Літараль воз. Другога дае да 60 арганізмаў з плошчы ў 0,1 кв. м (гл. табл. 17). Chironomus plumosus знойдзены ў колькасці 10 экз. з 0,1 кв. м толькі на 2 станцыі. З іншых хіранамід Polypedilum—43 экз. на 2 станцыі і Endochironomus—15 экз. на 3 станцыі. Літараль складаецца з заглееных пяскоў з дамешкай галькі, гэты від грунту можна лічыць за мала прадукцыйны.

Табліца № 24

Колькасць арганізмаў на заглееным пяску (на 0,1 кв. м літаралі)

№№ станцый	Глыбіня ў метрах	Агульны лік арганізмаў	Агульная вага ў мгр	Сярэдні лік арганізмаў і сярэдняя вага
2	2,0	60	554	Сярэдні лік арганізмаў для 7 станцый=34,28
3	2,0	23	482	Сярэдняя вага ў мгр = 511
8	2,25	31	629	
9	1,0	23	547	
34	1,25	50	619	
35	1,5	26	250	
19	0,5	27	496	

На табл. 24 паказана агульная колькасць арганізмаў для кожнай станцыі з агульнай вагой у мгр. Сярэдні лік арганізмаў для гэтай зоны роўны 34, з сярэдняй вагой 511 мгр.

Прафундаль воз. Другога пакрыта двума відамі глеяў: 1) шэра-зялёны глей высцілае дно паўночнай і паўднёвай часткі возера, 2) жырны чорна-зялёны глей высцілае дно цэнтральнай часткі возера (гл. табл. 19).

1. Шэра-зялёны глей таксама малапрадукцыйны, на гэтым грунце Chironomus plumosus максімальна даходзіць да 16 экз. (6 станцыя), Corethra да 10 экз. (15 станцыя), Tubifex sp. да 48 экз. (6 станцыя) з плошчы 0,1 кв. м.

Сярэдняя колькасць арганізмаў для гэтага віда глею роўна 23,5 з сярэдняй вагой 433,7 мгр (гл. табл. 25).

Табліца № 25

Колькасць арганізмаў на шэра-зялёным глеі (на 0.1 кв. м) прафундалі

№№ станцый	Глыбіня ў метрах	Агульны лік арганізмаў	Агульная вага ў мгр	Сярэдні лік арганізмаў і сярэдняя вага
1	17,0	2	16	Сярэдні лік арганізмаў для 9 станцый = = 23,55 Сярэдняя вага=433,7
5	17,8	19	391,2	
14	7,5	18	539,0	
15	13,0	30	777,4	
16	13,0	12	336,0	
6	11,0	72	1065,2	
1	17,0	14	136,0	
6	11,0	31	355,0	
15	13,0	14	288,0	

2. Жырны чорна-зялёны глей мае сярэднюю прадукцыйнасць. На ім Chironomus plumosus прадстаўлены ў максімальнай колькасці—25 экз. на 11 станцыі, а сярэдняя вага яго—ад 47,5—62,3 мгр., сярэдні лік арганізмаў для гэтага тыпу грунту роўны 54,3 пры сярэдняй вазе 1167,9 мгр. (гл. табліцу 26).

У прафундалі з хіранамід знойдзена ўсяго толькі 3 формы: Chironomus plumosus, Trichotanypus sagittalis і Ceratopogon; з паміж іх кіруючае значэнне мае толькі Chironomus plumosus, Corethra прадстаўлена ў нязначнай колькасці (да 65 арганізмаў на 1 кв. м), нарэшце, уступаючы па ліку агульнай колькасці хіранамід, тубіфіцыды

Табліца № 26

Колькасць арганізмаў на жырным чорна-зялёным глеі (на 0,1 кв. м) прафундалі

№№ станцый	Глыбіня ў метрах	Агульны лік арганізмаў	Агульная вага ў мгр	Сярэдні лік арганізмаў і сярэдняя вага
10	14,0	17	873,8	Сярэдні лік арганізмаў для 6 станцый = = 54,33
13	18,0	35	1328,2	
11	11,0	122	1654,5	Сярэдняя вага ў мгр = 1167,9
20	12,0	56	1379,7	
11	11,0	46	801,0	
7	15,0	53	907,5	

і малюскі таксама маюць пэўнае значэнне ў біямасе прафундалі (гл. табл. 27).

Усе формы, якія ўваходзяць у склад бентаса возера Другога, могуць быць скарыстаны як харч рыбай, якая жывё ў вадаёме; значыцца бентас гэтага возера можна лічыць высокакормным. Разлік прадукцыйнасці дна робіцца па трох асноўных біятопах: чорна-зялёны глей і шэра-зялёны глей прафундалі, заглеены пясок літаралі. У наступнай табліцы 28 паданы разлікі паводле колькаснага ўліку насельніцтва дна з плошчы ў 1 га.

Як відаць з табл. 28 сярэдні лік арганізмаў і сярэдняя вага іх — біямаса, — вызначаная ў кг/га, мае розную прадукцыйнасць. Глей шэра-зялёнага колера прафундалі воз. Другога менш прадукцыйны, чым заглеены пясок літаралі. Жырны чорна-зялёны глей дае 116,7 кг/га, можна лічыць, што ён мае сярэднюю прадукцыйнасць. Шэра-зя-

Табліца № 27

Колькасць хіранамід і тубіфіцыд і малюскаў, якая прыпадае на 1 кв. м прафундалі

Від грунту Сярэдняя вага ў мгр	Усяго хіранамід	Corethra	Tubificadae	Bithyniu tentaculata	Sphaerium
Жырны чорна-зялёны глей . . .	177,6	65	275	—	28
Сярэдняя вага ў мгр	9.862	390	1100	—	1400
Шэра-зялёны глей	96	26	102	10	4
Сярэдняя вага ў мгр	2.611	156	408	800	200

Табліца № 28

Якасць грунту	Сярэдні лік арганізмаў	Сярэдняя вага ў кг з 1 га
1. Жырны чорна-зялёны глей .	5.483.220	116,7
2. Шэра-зялёны глей	2.355.000	43,37
3. Заглеены пясок	3.428.570	51,1
4. Па ўсім возеры	3.550.000	58,9

лёны глей прафундалі і заглееы пясок літаралі (43,3—51,1 кг/га) можна лічыць за малапрадукцыйны.

З прычыны таго, што з воз. Трэцяга няма пробы дночарпальнікам у зоне літаралі, пры вылічэнні біямасы дна прыходзіцца абмяжоўвацца толькі прафундаллю, з якой ўзята 4 пробы дночарпальнікам. Прафундаль воз. Трэцяга можна лічыць вельмі прадукцыйнай. З плошчы ў 1 кв. м яна дае да 88 арганізмаў, прычым максімальная колькасць Chironomus plumosus знойдзена на 18 станцыі — 46 экз., з сярэдняй вагой у 48,5 мгр. і самая мінімальная колькасць—6 экз., з сярэдняй вагой у 38,7 мгр (гл. табл. 22).

Ніжэй падаецца пералік станцый з паказаннем ліку жывёл, знойдзеных на кожнай станцыі (на 0,1 кв. м) і іх сярэдняя вага ў мгр.:

17 станцыя	глыбіня	5,5 м	— 88 экз.	2211,6 мгр.
18 „	„	6,5	— 73 „	2565,0 „
17 „	„	5,5	— 36 „	940,2 „
26 „	„	4,75	— 75 „	632,0 „

Сярэдні лік арганізмаў для 4 станцый (на 0,1 кв. м) роўны 68 экз., сярэдняя вага іх роўна 1587 мгр.

Разлік прадукцыйнасці прафундалі воз. Трэцяга можна вывесці ў табл. 29, дзе паказана сярэдняя колькасць арганізмаў і сярэдняя вага іх з плошчы ў 1 га ў кг.

Табліца № 29

Назва грунту	Сярэдні лік арганізмаў	Сярэдняя вага ў кг/га
Шэра-зялёны глей з дамешкай пяску і раслінных рэштак . .	6.800.000	158,7

Трэба адзначыць, што сярэдні лік арганізмаў і іх біямаса для воз. Трэцяга вельмі вялікія; адсюль бентас гэтага возера можна лічыць высокапрадукцыйным і высокакормным.

Возера Чацвертае

Паўночная частка воз. Чацвертага характарызуецца ўзвышанымі пясчанымі берагамі, паўднёвая — берагамі нізкімі і гразкімі.

Воз. Чацвертае мае максімальную глыбіню [illegible],0 м; празрыстасць 0,75, паступовае паданне тэмпературы адпаверхні

да дна; pH ля паверхні—8,5; на глыбіні 4 м — 7,7; кіслярода 6,95 мгр ⁰/₀₀.

У літаральнай зоне добра прадстаўлены зараснікі сітняка, чарота і рдэстаў. Гэта зона вузкай паласой акружае ўсё возера. Зоапланктон літаралі і пелагіялі апісваецца на падставе 5 проб з 4 станцый, і падагуленыя даныя паданы ў табл. 30 (№№ станцый: 21, 38, 39, 23). У момант узяцця

Табліца № 30

Воз. Чацвертае. Планктон літаралі і пелагіялі

№№ па парад у	№№ па парадку		Літараль			Пелаг.	
		Дата	29 VI	18 VII	18 VII	29 VI	18 VII
		№ станцыі	21	38	39	23	23
		№ пробы	271	325	327	278	291
		Глыбіня	—	—	—	4.0	4.5
		t⁰ вады	—	—	—	20.2	—
		Празрыстасць	—	—	—	0.75	—
		Protozoa					
1	1	Difflugia pyriformis	—	—	—	1	—
2	2	Diftlugia urceolata	—	—	—	2	—
		Cladocera					
3	1	Daphne longispina var. cucullata f. incerta	—	2	2	—	—
4	2	Daphne longispina var. cucullata f. cucullata	—	—	—	—	1
5	3	Ceriodaphnia megops	2	—	—	—	—
6	4	Chydorus sphaericus	2	2	2	3	2
7	5	Diaphanosoma brachyurum	—	3	3	—	—
		Copepoda					
8	1	Diaptomus graciloides	2	3	2	2	1
9	2	Cyclops phaleratus	—	—	—	—	2
10	3	Cyclops leuckarti	—	2	1	—	—
		Rotatoria					
11	1	Notholca longispina	3	—	—	2	—
12	2	Anure cochlearis	2	—	—	1	2
13	3	Anureaa culeata	2	—	—	—	—
14	4	Rattulus capucinus	1	1	1	1	—
15	5	Triathra terminalis	—	1	1	—	2
16	6	Anurea cochlearis f. encaudata	—	2	2	—	—
		Колькасць форм	7	8	8	7	6

Табліца № 31

Воз. Чацвертае. Прафундаль ад 3—5 м

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва форм	Колькасць форм на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная кольк. арганізмаў	Агульная вага ў мгр
XXII	3.0	Глей шэра-зялёнага колера з дамешкай раслінных рэштак	1) Chironomus plumosus.	15	57.8		
			2) Chironominae воз. Круглага	125	5.0		
			3) Trichotanypus sagittalis	3	5.0		
			4) Ceratopogon . . .	5	6.0		
			5) Bithynia tentaculata (пустая)	(8)	—		
273			6) Tubifex sp.. . . .	8	4.0	156	1569.0
XXIII	4.0	Глей шэрага колера з дамешкай раслінных рэштак	1) Chironomus plumosus.	63	57.2		
			2) Chironomus plumosus кукалка	1	50.0		
			3) Chironominae воз. Круглага	39	5.0		
			4) Trichotanypus sagittalis	4	5.0		
			5) Ceratopogon . . .	9	5.0		
274			6) Tubifex sp.. . . .	125	4.0	241	4413,6
XXV	4.0	Глей шэра-зялёнага колера	1) Chironomus plumosus.	12	56.7		
			2) Chironominae воз. Круглага	29	5.0		
			3) Protenthes kraatzi .	32	3.0		
			4) Ceratopogon . . .	63	6.0		
277			5) Tubifex sp.. . . .	26	4.0	162	1403,4
XXIII	4.5	Глей шэра-зялёнага колера з дамешкай раслінных рэштак	1) Chironomus plumosus.	32	42.4		
			2) Chironominae воз. Круглага	21	5.5		
			3) Trichotanypus sagittalis	1	5.0		
			4) Ceratopogon . .	11	8.0		
292			5) Tubifex sp.. . . .	24	4.0	81	1661.3

проб 29/VI 1932 г. на гэтым возеры наглядалася моцнае цвіценне сіне-зялёных водарасляў, і гэты факт, як відаць, быў прычынай таго, што зоапланктон літаралі і пелагіялі вельмі слаба выўлены. Паўторныя пробы, узятыя 18/VII

1932 г., ніякай па сутнасці змены ні ў колькасным, ні ў якасным складзе планктона не паказалі. Зоапланктон вельмі бедны на прадстаўнікоў Cladocera і Copepoda, дамінантных форм няма; з паміж Cladocera толькі адзін рачок — Chydorus sphaericus сустракаецца скрозь і ў літаралі і ў пелагіялі; з Copepoda знойдзен Diaptomus graciloides, які сустракаецца скрозь, і хоць Rotatoria прадстаўлены 6 формамі, але ўсе ў малой колькасці і сустракаюцца рэдка. Такім чынам можна канстатаваць, па-першае, што няма ніякай якаснай розніцы ў планктоне пелагіялі і літаралі, і, па-другое, планктон, трымаючы ў сабе малую колькасць харчовых відаў Cladocera і Copepoda, з'яўляецца малапрадукцыйным у сэнсе кормнасці для рыбы.

Кампаненты доннай фауны воз. Чацвертага

Літараль воз. Чацвертага пакрыта пясчанымі адкладамі з дамешкай раслінных рэштак. У гэтай зоне ў зарасніках макрафітаў былі ўзяты толькі скрабковыя пробы ў раёне 21, 24, 39 і 38 станцый.

Біяцэноз гэтай зоны складаецца з наступных арганізмаў:

1. Stylaria lacustris
2. Tubifex sp.
3. Asellus aquaticus
4. Limnaea ampla
5. Limnaea stagnalis
6. Vivipara duboisiana
7. Glyptotendipes Gripekoveni
8. Chironomus plumosus
9. Parachironomus
10. Chironominae оз. Круглага
11. Ceratopogon

Прафундаль воз. Чацвертага пакрыта глеем шэра-зялёнага колера з дамешкай раслінных рэштак на глыбіні ад 3—5 м. Гэты грунт вельмі падобны да грунту цэнтральнай часткі прафундалі воз. Трэцяга. Яго можна ахарактарызаваць як „літаральную“ аўтахтонную гітыю. Фауна, якая жыве на гэтым грунце, даволі аднастайная (гл. табл. 31) і ў галоўнай масе прадстаўлена Chironomus plumosus, Chironominae воз. Круглага, Trichotanypas sagittalis, Ceratopogon і Tubifex sp., Corethra зусім не знойдзена, малюскаў таксама няма. Толькі адна проба дночарпальнікам прынесла пустыя ракавіны Bithynia tentaculata.

Табліца № 32

Колькасць хіранамід і тубіфіцыд, якая прыходзіцца на 1 кв. м прафундалі

Назва грунту	Chironomus plumosus	Chironominae воз. Круглага	Trichotanypus sagittalis	Protenthes kraatzi	Ceratopogon	Усяго хіраномід.	Tubificidae
Глей шэрага колера. .	305	535	20	80	220	1160	475,5

На табл. 32 паказана колькасць асобных прадстаўнікоў хіранамід і тубіфіцыд, якая прыходзіцца на 1 кв. м плошчы возера.

Як відаць з табліцы, хіранаміды ў бентасе воз. Чацвертага з'яўляюцца пануючымі формамі—1160 экз. на 1 кв. м і ў 2,5 разы перавышаюць колькасць тубіфіцыд, таму воз. Чацвертае можна назваць хіранамідным возерам.

Колькасныя даныя па доннай фауне воз. Чацвертага

Прафундаль воз. Чацвертага пакрыта шэра-зялёным глеем з дамешкай раслінных рэштак тыпу літаральнай гітыі. Гэты грунт можна лічыць вельмі прадукцыйным, таму што з плошчы ў 0,1 кв. м ён дае да 241 арганізмаў; пры гэтым колькасць Chironomus plumosus бывае ад 12—63 экз., з сярэдняй вагой ад 42,4—57,8 мгр. Усе арганізмы, якія ўваходзяць у склад бентаса, могуць быць зусім скарыстаны рыбай у якасці харчу; значыць бентас воз. Чацвертага можна лічыць высокакормным. Прадукцыйнасць дна даводзіцца вылічваць на падставе вельмі малога ліку проб дночарпальнікам. Але 4 пробы, якія ёсць, усё-ж даюць магчымасць пазнаць якасць і колькасць біямасы дна. Ніжэй падаецца пераличэнне станцый з паказаннем глыбінь, колькасці арганізмаў, якія знойдзены на кожнай станцыі (на 0,1 кв. м) і сярэдняя вага іх у мгр:

22	станцыя	глыбіня	3,0 м.	156 экз.	1569,0 мгр
23	„	„	4,0 „	241 „	4413,6 „
25	„	„	4,0 „	162 „	1403,4 „
23	„	„	4,5 „	81 „	1661,3 „

Сярэдні лік арганізмаў для 4 станцый (на 0,1 кв. м) — 160 экз., сярэдняя вага іх—2261,9 мгр.

Вылічэнне прадукцыйнасці воз. Чацвертага можна вывесці ў табл. 33.

Табліца № 33

Назва грунту	Сярэдняя колькасць арганізмаў на 1 га	Сярэдняя вага ў кг/га
Шэра-зялёны глей з дамешкай раслінных рэштак	160.000.000	226,2

Бентас воз. Чацвертага можна лічыць за высокапрадукцыйны і высокакормны, бо сярэдняя вага арганізмаў роўна 226,2 кг/га.

Воз. Пятае. План

№№ па пар.	№№ па пар.	Дата	1 VII	1 VII	1 VII
		№ станцыі	2	3	4
		№ пробы	403	405	407
		Глыбіня ў м	1.5	1.0	1.5
		Protozoa			
1	1	Difflugia urceolata	4	5	3
2	2	Arcella mitrata	—	—	1
		Cladocera			
3	1	Polyphemus pediculus	—	1	—
4	2	Sida crystallina	2	3	—
5	3	Diaphanosoma brachyurum	—	3	—
6	4	Ceriodaphnia megops	1	—	1
7	5	Percantha truncata	1	1	2
8	6	Pleuroxus striatus	1	1	—
9	7	Bosmina longirostris typica	3	—	2
10	8	Bosmina coregoni gibbera	—	4	—
11	9	Bosmina longirostris pellucida	—	—	—
12	10	Daphne longispina var cucullata forme Kahlbergiensis.	—	1	1
13	11	Daphne longispina var. cucullata forme incerta	—	1	—
14	12	Chydorus sphaericus	1	2	2
15	13	Chydorus piger	—	—	—
16	14	Leptodora Kindtii	—	—	—
17	15	Scapholeberis mucronata	—	—	—
18	16	Acroperus harpae	—	—	1
		Copepoda			
19	1	Nitocra hibernica	1	—	—
20	2	Diaptomus graciloides	1	3	—
21	3	Cyclops phaleratus	1	3	3
22	4	Cyclops fimbratus	1	2	—
23	5	Cyclops leuckarti	—	—	1
24	6	Cyclops albidus	—	—	—
25	7	Nauplii Copepoda	4	5	4
		Rotatoria			
26	1	Polyarthra platyptera	2	4	2
27	2	Anurea cochlearis	3	3	2

Табліца № 34

ктон літаралі

2 VII	2 VII	2 VII	2 VII	1 VII	20 VII	20 VII	20 VII	20 VII	20 VII
6	8	10	11	1	2	10	12	6	8
411	415	419	421	401	465	471	473	475	477
1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5
—	5	3	2	5	2	3	2	2	2
1	—	2	2	—	1	—	—	—	—
—	—	—	3	—	—	—	—	—	—
—	—	—	3	2	—	—	—	—	—
—	3	3	1	2	3	4	4	4	5
—	—	—	—	—	4	—	—	1	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
2	2	—	2	3	2	—	1	—	—
2	1	2	1	1	—	2	2	2	2
—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	2	—	—	2	3	2	2
2	—	3	2	2	5	4	3	5	4
—	—	2	2	—	2	2	—	—	—
—	1	—	—	—	—	—	—	1	—
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	2	—	2	1	—	1	—	2	—
—	3	—	—	1	—	2	—	—	—
—	2	2	—	1	3	—	3	2	—
—	—	1	—	—	—	2	—	3	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	4	4	4	4	—	—	—	—	—
3	3	4	3	3	2	3	3	3	3
3	2	3	2	3	3	3	3	3	3

№№ па пар.	№№ па пар.	Дата	1 VII	1 VII	1 VII
		№ станцыі	2	3	4
		№ пробы	403	405	407
		Глыбіня ў м	1.5	1.0	1.5
28	3	Anurea aculeata	—	—	—
29	4	Rattulus capucinus	1	2	2
30	5	Notholca longispina	1	2	2
31	6	Asplanchna priodonta	—	—	—
32	7	Mytilina mucronata	—	—	—
33	8	Diplax trigona	—	—	—
34	9	Anurea cochlearis f. ecaudata	—	—	—
35	10	Triathra terminalis	—	—	—
			16	18	15

Воз. Чацвертае па сваім фізіка-хімічным рэжыме, па цвіценню сіне-зялёнымі водараслямі можа быць аднесена да групы еўтрофных азёр, з нязначнай дыстрафіяй, якая выяўлена ў паўночнай частцы возера, дзе пачынаюць утварацца сплавіны зараснікамі Nuphar lutea, Equisetum і Scirpus. У воз. Чацвертым наглядаецца „Dieharmonie der Tierproduktionen“. Гэта з'ява характарызуецца тым, што пры багата развітым бентасе планктоннае насельніцтва вельмі малое, альбо наадварот. У воз. Чацвертым наглядаецца слабае развіццё зоапланктона літаралі і пелагіялі пры багата развітым і высокапрадукцыйным бентасе.

Возера Пятае

Воз. Пятае становіць сабой замкнуты вадаём; галоўная вось возера вельмі выцягнута; максімальная глыбіня 14,0; празрыстасць—2,75, паступовае паданне тэмпературы ад паверхні да дна (t° вады ля паверхні—21,2°, на глыбіні 9,5 м—17,6° C), тэмпературнага скачка няма; pH ля паверхні 8,4, на глыбіні 8,17; бікарбанатнай CO_2—102,5‰; свабоднай CO_2—10,2 мгр ‰ SiO_2—12 мгр ‰; O_2—11,89 мгр ‰; акісляемасць —12,15 мгр ‰.

Усяго па воз. Пятым было ўзята 25 проб планктона з 1/VII—2/VII і 20/VII-1932 г.

Разглядаючы зоапланктон воз. Пятага можна ўстанавіць 2 асноўных біяцэнозы: 1) біяцэноз літаралі і 2) біяцэноз пелагіялі.

1. Літаральная зона, глыбінёй да 4 м, у воз. Пятым добра выяўлена, дзякуючы зрэзаным берагам.

2 VII	2 VII	2 VII	2 VII	1 VII	20 VII	20 VII	20 VII	20 VII	20 VII
6	8	10	11	1	2	10	12	6	8
411	415	419	421	401	465	471	473	475	477
1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.5
—	—	—	—	—	3	2	3	3	2
3	1	2	1	2	2	2	3	2	2
2	2	3	1	2	2	2	—	3	2
—	—	—	—	—	1	2	4	3	1
—	—	1	3	1	3	—	3	—	—
—	—	—	—	1	—	—	3	—	—
—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
—	—	—	—	1	—	1	2	3	1
10	13	18	19	19	15	17	15	17	12

У гэтай зоне Scirpus і Phragmites утвараюць густыя зараснікі надводнай раслінnасці. Самым распаўсюджаным грунтам тут з'яўляецца пясок з дамешкай гліны і раслінных рэштак, і толькі ў раёне 7 і 4 станцый была знойдзена адна гліна. Зоапланктон літаралі апісан на падставе 13 проб з 9 станцый (№№ станцый: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12) і прадстаўлены ў табл. 34. Як відаць з табл. 34, біяцэноз літаралі вельмі багаты, усяго знойдзена 35 планктонных форм, з іх на долю Cladocera прыходзіцца 16, Copepoda — 6, Ratatoria—10. У зоапланктоне першага збірання ад 1/VII і 2/VII-1932 г. Difflugia urceolata на некаторых станцыях становіцца дамінантнай формай, у групе Cladocera і Copepoda, дамінантных форм няма, за выключэннем Nauplii Copepoda, якія ў гэтых пробах знойдзены як сустраканыя скрозь і ў колькасці, якая набліжаецца да дамінантнай; у групе Rotatoria таксама дамінантных форм няма, але затое Polyathra platyptera, Anurea cochlearis, Rattulus capucinus і Notholca longispina з'яўляюцца формамі, якія скрозь сустракаюцца. З прычыны таго, што другое збіранне планктона ад 20/VII-1932 г. рабілася з вельмі нязначным інтэрвалам — у 18 дзён ад першага, то трудна чакаць вялікіх сезонных змен за такі кароткі прамежак часу. Аднак другое збіранне дало наступныя змены ў якасных і колькасных суадносінах планктонных форм: Difflugia urceolata прадстаўлена ў малой колькасці, сустракана скрозь; у групе Cladocera з 16 форм асталося толькі 9, з паміж іх Diaphanosoma brachyurum і Chydorus sphaericus становяцца формамі альбо блізкімі да дамінантных, альбо дамінантнымі на некаторых станцыях; у групе Copepoda зусім зніклі

Воз. Пятае. Пла

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата	1 VII	1 VII
		№ станцыі	13	15
		№ пробы	431	435
		Глыбіня	8.0	10.8
		t^0 вады	21.0	21.2
		Празрыстасць	3.25	2.75
		Protozoa		
1	1	Difflugia urceolata	4	4
		Cladocera		
2	1	Daphne longispina var. cucullata f. incerta	2	3
3	2	Daphne longispina var. cucullata f. cucullata	2	2
4	3	Daphne longispina var. cucullata f. Kahlbergiensis	2	2
5	4	Chydorus sphaericus	2	2
6	5	Chydorus piger	—	2
7	6	Diaphanosoma brachyurum	2	2
8	7	Bosmina coregoni gibbera	2	—
9	8	Bosmina longirostris typica	1	—
10	9	Leptodora Kindtii	—	—
		Copepoda		
11	1	Diaptomus graciloides	5	4
12	2	Cyclops phaleratus	3	2
13	3	Cyclops leucekarti	2	—
14	4	Cyclops fimbratus	2	2
15	5	Cyclops albidus	—	—
16	6	Cyclops oithonoides	—	—
		Rotatoria		
17	1	Anurea cochlearis	4	3
18	2	Anurea cochlearis f. lucaudata	—	1
19	3	Polyarthra platyptera	3	3
20	4	Triathra terminalis	—	—
21	5	Natholca longispina	1	1
22	6	Rattulus capucinus	—	1
23	7	Conochilus unicornis	—	—
24	8	Mytilina mucronata	2	—
25	9	Asplanchna priodonta	—	—
			16	15

Табліца № 35

нктон пелагіялі

2	2	2	2	2	2	20	20	20	20
VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII	VII
16	17	18	19	20	21	13	15	18	20
440	443	445	447	450	455	457	459	461	463
6.0	4.75	6.0	5.0	9.75	4.8	6.5	10.0	6.0	6.0
21.2	21.2	21.2	21.4	21.4	22.2	—	—	—	—
2.75	2.50	2.55	1.75	1.75	3.20	—	—	—	—
—	2	3	4	2	3	4	—	3	2
3	2	1	2	2	2	—	2	2	2
3	3	2	2	2	1	—	1	1	2
2	2	3	2	2	2	—	2	—	2
2	1	3	3	2	2	3	3	3	3
—	—	3	—	—	—	—	—	—	—
3	2	3	2	2	2	2	3	2	2
2	1	2	2	1	—	2	1	2	2
—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
5	4	4	4	4	5	3	3	3	3
3	—	—	3	—	2	—	—	—	—
—	1	—	—	—	—	—	1	1	—
—	3	2	2	2	2	—	—	—	—
3	—	3	3	1	—	—	2	2	2
—	—	3	—	3	3	—	—	—	—
3	3	4	4	3	2	2	—	3	3
—	—	—	—	—	1	1	—	2	—
2	3	2	3	3	2	—	1	—	3
—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
—	1	2	—	1	1	—	2	—	2
—	—	—	1	—	—	—	—	1	1
—	—	1	2	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	2	1	2
11	13	16	16	16	15	7	12	13	15

наўплісы і Cyclops leuckarti; у групе Ratatoria з'явіліся новыя формы, якія сустракаліся скрозь, Anurea aculeata і Asplanchna priodonta.

З паміж планктэраў, характэрных для біяцэноза зараснікаў, можна адзначыць: Polyphemus pediculus, Percantha truncata, Pleuroxus striatus, Acroperus harpae і Ceriodaphnia megops, але побач з імі ёсць і тыповыя пелагічныя формы, напр.: Leptodora Kindtii, Diaptomus graciloides, Cyclops leuckarti і Anurea aculeata.

2. Пелагічная зона, у сувязі з тым, што воз. Пятае выцягнута і мае развітую берагавую лінію, мае толькі ў паўднёвай частцы шырокі і адкрыты плёс (у раёне 20 і 21 станцый). Асноўныя рысы зоапланктона збіранняў ад 1/VII—2/VII і 20/VII-1932 г. адбіты ў табл. 35.

Матэрыялам паслужылі 12 проб з 8 станцый (№№ станцый: 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21).

Біяцэноз пелагіялі першага збірання характарызуецца блізка роўным развіццём Cladocera—8 ф., Copepoda—6 ф. і Ratatoria—8 ф. З паміж Cladocera—Daphne longispina прадстаўлена трыма варыятэтамі, Chydorus sphaericus, Diaphanosona brachyurum характарызуюцца таксама як і варыятэты Daphne longispina тым, што сустракаюцца скрозь. З паміж Copepoda рачок Diaptomus graciloides у зоапланктоне мае вялікае значэнне, ён прэвалюе над усімі іншымі формамі, а на 13, 16 і 21 станцыях становіцца дамінантнай формай. З паміж Rotatoria толькі Anurea cochlearis і Polyarthra platyptera характэрны тым, што сустракаюцца скрозь, астатнія віды сустракаюцца рэдка і ў невялікіх колькасцях.

Зоапланктон другога збірання ад 20/VII-1932 г. характарызуецца ў групе Cladocera павелічэннем колькасці Chydorus sphaericus на ўсіх станцыях і знікненнем рачкоў Chydorus piger і Bosmina longirostris typica, у групе Copepoda знікненнем Cyclops phaleratus, C. fimbratus і C. oithonoides. Рачок Diaptomus graciloides з дамінантнай ці блізкай да яе формы прадстаўлены цяпер у планктоне ўсіх проб у сярэдняй колькасці. У групе Rotatoria зніклі Triathra terminalis, Conochilus unicornis і Mytilina mucronata, а з'явілася Asplanchna priodonta. Калі параўнаць зоапланктон літаралі з зоапланктонам пелагіялі першых збіранняў, то істотная розніца будзе толькі ў групе Cladocera, у літаралі гэта група прадстаўлена цэлым радам форм, характэрных для зараснікаў жорсткай расліннасці.

У зоапланктоне другіх збіранняў ад 20/VII-1932 г. зніклі ў літаралі Polyphemus pediculus, Sida crystallina, Percantha truncata, Pleuroxus striatus, Scapholeberis mucronata і Acroperus harpae, а ў сувязі з гэтым зоапланктон літаралі стаў падобны да зоапланктона пелагіялі. Зоапланктон літаралі

і пелагіялі па featuring рознастайнай і высокай колькасці рачкоў з групы Cladocera і Copepoda можна лічыць у рыбнай гаспадарцы вельмі прадукцыйным.

Кароткая тыпалагічная характарыстыка зоапланктона

Воз. Пятае неглыбокі вадаём; у яго ўпадае некалькі канаў, якія прыносяць ваду з балот, што прылягаюць да возера (канава на поўдні возера ў раёне 6 станцыі і ў раёне 10 станцыі на ўсходнім беразе) і забяспечваюць паступленне алахтоннага матэрыяла ў значнай колькасці. Працэсы зарастання і забалочвання выражаны ясна ў паўднёвай частцы возера і ў раёне 2 і 3 станцый уздоўж паўднёвага і паўночнага берага поўвострава. Шчолачная рэакцыя асяроддзя (pH—8,4), высокае ўтрыманне солей кальцыя дае магчымасць аднесці воз. Пятае да еўтрофнага тыпу вадаёмаў, прычым вялікія зараснікі макрафітаў у літаральнай зоне дапамагаюць далейшай еўтрафіі вадаёма. Зоапланктон якасна і колькасна развіты даволі багата (усяго канстатавана 37 форм), у асноўным мае тыповы азёрны характар і рысы падабенства пелагіялі з літараллю. У зоапланктоне віднае месца побач з Cladocera займаюць Rotatoria, якія прадстаўлены 10 відамі; з паміж рачкоў, што сустракаюцца скрозь як у літаралі, так і ў пелагіялі, знойдзены: Diaphanosoma brachyurum, Bosmina coregoni gibbera, Daphne longispina f. incerta, Chydorus sphaericus і Diaptomus graciloides. Астатні рачок у пелагіялі быў дамінуючай формай над усімі іншымі планктанерамі.

Грунт возера Пятага

Літараль воз. Пятага, глыбінёй ад 0—4 м, у асноўнай масе складаецца з пясчаных грунтоў з дамешкай гліны і раслінных рэштак. Паўночная частка возера характарызуецца заглеенымі глініста-пясчанымі адкладамі, дзе месцамі выходзіць на паверхню чыстая гліна, напр. у раёне 10 і 4 станцый.

Цэнтральную частку возера—прафундаль ад 4 — 14 м пакрывае глініста-глеісты грунт цёмна-шэрага колера. Паўднёвая частка возера мае рысы забалочвання. Канава, што тут уваходзіць, прыносіць з прылеглых да возера балот вялікую колькасць алахтоннага матэрыяла балотнага паходжання. Мікраскапічны аналіз паказвае, што галоўная маса грунту складаецца са светла-жоўтых капрагенных элементаў, фітапланктона, які спрасоўваўся і сярод якога даволі часта пападаюць шкілеты Pediastrum і пылок сасны, ракавіны Difflugia urceolata і D. pyriformis, створкі панцыраў Chydorus sphaericus. Да гэтых кампанентаў у раёне 21 станцыі дабаўляецца даволі вялікая колькасць раслінных рэштак

алахтоннага паходжання, напр. лісце моху, спарангіі папараці. Наогул глiністыя адклады цэнтральнай часткі возера Пятага могуць быць залічаны да тыпу аўтахтоннай гітыі. Да алахтонных сустаўных частак глею прафундалі можна залічыць: 1) раслінныя рэшткі балотнага паходжання, што прыносяцца канавай, напр. лісце моху і спарангіі папараці і 2) пылок сасны і насенне раслін. Алахтонныя адклады лакалізуюцца ў вусцях уваходу канаў і займаюць нязначную плошчу.

Кампаненты доннай фауны воз. Пятага

У літаралі воз. Пятага, якая пакрыта пясчана-глiністымі адкладамі з дамешкай раслінных рэштак, фауна канцэнтруецца ў раёнах зараснікаў чарота і трысця. Матэрыял па біяцэнозу літаралі прадстаўлен на табл. 36, дзе дан аналіз скрабковых проб (№№ станцый: 1, 2, 4, 9, 6 і 12).

Табліца № 36

Воз. Пятае. Літараль ад 0—4 м

№№ па парарку	№№ станцыі	I	II	IV	IX	VI	XII
	№№ пробы	402	404	408	418	474	423
1	Gammarus pulex	+	+	+	—	—	—
2	Asellus aquaticus	+	—	—	—	—	—
3	Stylaria lacustris	+	—	—	—	—	—
4	Herpobdella octoculata	+	—	—	—	+	—
5	Piscicola geometra	—	—	+	—	—	—
6	Limnaea auricularia	—	—	—	+	—	—
7	Limnaea stagnalis	—	—	—	—	—	—
8	Lithohlyphus naticoides	+	—	—	—	—	—
9	Vivipara duboisiana	—	+	+	—	+	—
10	Bithynia tentaculata	—	+	—	+	—	—
11	Sphaerium sp.	—	—	—	—	+	—
12	Polypedilum	—	+	—	—	+	—
13	Trichotantypus sagittalis	+	—	+	—	+	+
14	Protenthes kraatzi	+	—	—	+	—	—
15	Microtendipes	+	—	—	—	—	—
16	Лічынка Caenis	+	—	+	+	+	+
17	Leptocerus sp.	+	—	—	+	+	+
18	Phryganea sp.	—	+	—	+	—	—
19	Anabolia sp.	—	—	—	—	+	—
		10	5	5	6	8	3

Наяўнасць Gammarus pulex сведчыць аб добрым кіслародным рэжыме літаральнай зоны. Фауна, як відаць з табл. 36, даволі багата на прадстаўнікоў Mollusca, Chironomidae і Trichoptera. Вобласць прафундалі, пакрытая цёмна-шэрым глеем тыпу гітыя, дае з плошчы ў 0,1 кв. м да 104 арганізмаў (гл. табл. 37). Было ўзята 11 проб дночар-

Табліца № 37

Воз. Пятае. Прафундаль ад 4—14 м

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць арганізмаў на 0,1 км	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр.
XIV	8.0	Глей з невялікай дамешкай галькі	Chironomus plumosus .	13	57.0		
			Trichotanypus sagittalis .	7	4.0		
			Ceratopogon	6	7.0		
			Tubifex sp..	6	4.0		
434			Bithynia tentaculata . .	3	92.0	35	1111.0
XV	10.0	Глей з дамешкай гліны	Chironomus plumosus .	46	58.0		
			Trichotanypus sagittalis .	2	5.0		
			Chironominae воз. Кругдага.	2	5.0		
			Corethra	10	6.0		
			Tubifex sp.	11	4.0		
436			Sphaerium corneum . .	2	20.0	73	2832.0
XX	9.75	Глей цёмна-шэрага колера	Chironomus plumosus .	51	52.2		
			Corethra	12	6.0		
			Trichotanypus sagittalis .	2	5.0		
			Bithynia tentaculata . .	2	70.0		
			Sphaerium corneum . .	3	25.0		
451			Tubifex sp.	25	4.0	95	3059.0
XXI	4.80	Глей шэра-зялёнага колера	Chironomus plumosus .	24	44.5		
			Chironominae воз. Кругдага.	1	5.0		
456			Bithynia tentaculata . .	1	58.0	26	1131.0
XIII	6.5	Глей з дамешкай гліны	Chironomus plumosus .	6	52.0		
			Trichotanypus sagittalis .	4	5.0		
			Ceratopogon	4	8.0		
458			Bithynia tentaculata . .	7	65.0	21	819.0

№№ станц. і проб	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць арганізмаў па 0,1 км	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр.
XV	10.0	Глей з дамешкай гліны	Chironomus plumosus .	32	72.6		
			Ceratopogon	2	8.0		
460			Tubifex sp.	6	4.0	40	2363.2
XX	9.75	Глей цёмна-шэрага колера	Chironomus plumosus .	14	62.6		
			Chironominae в. Круглага.	3	5.0		
			Ceratopogon	2	6.0		
			Bithynia tentaculata . .	2	79.0		
464			Tubifex sp.	3	4.0	24	1073.4
XIII	8.0	Глей з дамешкай гліны	Chironomus plumosus .	13	58.0		
			Trichotanypus sagittalis .	16	5.0		
			Ceratopogon	11	7.0		
			Tubifex sp.	62	4.0		
432			Bithynia tentaculata . .	2	83.0	104	1325.0
XVI	6.0	Глей з дамешкай гліны	Chironomus plumosus .	7	59.0		
			Chironominae в. Круглага.	1	5.0		
			Trichotanypus sagittalis .	4	5.0		
			Polypedilum	3	5.0		
			Ceratopogon	1	7.0		
			Tubifex sp.	10	4.0		
			Bithynia tentaculata. .	7	82.0		
441			Sphaerium sp.. . . .	2	52.0	44	1214.0
XVII	4.75	Глей з дамешкай гліны і бітай ракушкі	Chironomus plumosus .	1	58.5		
			Trichotanypus sagittalis .	20	5.0		
			Protenthes kraatzi . .	7	5.0		
			Polypedilum	39	5.0		
			Sphaerium sp.. . . .	4	62.0		
444			Bithynia tentaculata . .	9	81.0	80	1365.5
XVIII	6.0	Глей з дамешкай бітай ракушкі	Chironomus plumosus .	1	59.0		
			Trichotanypus sagittalis .	8	5 0		
			Chironominae в. Круглага.	6	5 0		
			Ceratopogon	1	6.0		
			Tubifex sp..	3	4.0		
446			Bithynia tentaculata . .	2	0.0	21	307.0

пальнікам з 8 станцый (№№ станцый: 13, 16, 17, 18, 14, 15, 20 і 21). Біяцэноз цёмна-шэрага глею складаецца з наступных арганізмаў: Tubifex sp., Sphaerium, Bithynia tentaculata, з паміж хіранамід Chironomus plumosus, Trichotanypus sagittalis, Chironominae воз. Круглага, Polypedilum, Ceratopogon і нарэшце лічынка Corethra. На табл. 38 паказана роля хіранамід, тубіфіцыд і малюскаў у бентасе прафундалі.

Табліца № 38

Колькасць хіранамід, тубіфіцыд і малюскаў на 1 кв. м прафундалі

	Chironomus plumosus	Trichotanypus sagittalis	Chironominae воз. Круглага	Polypedilum	Protenthes kraatzi	Ceratopogon	Усяго хіранамід	Corethra	Tubificidae	Bithynia tentaculata	Sphaerium
Воз. Пятае . .	189	57	12	38	6	24	326	20	122	32	10

Corethra ў воз. Пятым прадстаўлена ў нязначнай колькасці—20 экз. з 1 кв. м, таму карэтравым яго назваць не можна; хіранаміды ў бентасе прадстаўлены добра, па колькасці займаюць першае месца—326 экз. з аднаго кв. м; тубіфіцыды пры іх сярэдняй вазе (4 мгр) вядома ўступаюць па колькасці хіранамідам; адсюль воз. Пятае можна ахарактарызаваць, паводле пануючай у ім групы арганізмаў, як хіранаміднае возера.

Колькасныя даныя па доннай фауне

У воз. Пятым у зоне літаралі былі ўзяты толькі скрабковыя пробы, таму прадукцыйнасць дна літаралі вылічана быць не можа.

Прафундаль, пакрытая цёмна-шэрым глеем, дае да 51 экз. Chironomus plumosus (20 станцыя-гл. табл. 37), прычым сярэдняя вага лічынак бывае ад 45,5 да 72,6 мгр. Тут прастой залежнасці паміж біятопамі і адкормленасцю лічынак не выяўлена, бо грунт—глей з дамешкай гліны дае Chironomus plumosus, з сярэдняй вагой—72,6 мгр, а глей шэразялёнага колера—тыповая гітыя дае Chironomus plumosus, з сярэдняй вагой 44,5 мгр. Тут трэба дапусціць розныя генерацыі Chironomus plumosus, альбо розныя віды яго.

У табл. 39 даецца пералічэнне станцый з паказаннем ліку жывёл, знойдзеных на кожнай станцыі, і іх сярэдняя вага ў мгр, адкуль па падставе разліку можна атрымаць сярэдні лік арганізмаў для 11 станцыі, роўны 51,18, з сярэдняй вагой 1509 мгр.

Табліца № 39

Колькасць арганізмаў на (0,1 кв. м) шэра-зялёным глеі прафундалі

№№ станцый	Глыбіня ў метрах	Колькасць арганізмаў	Сярэдн. вага ў мгр	Сярэдняя колькасць арганізмаў і сярэдняя вага ў мгр
13	8.0	104	1325,0	Сярэдняя колькасць арганізмаў для 11 станцый=51.18 Сярэдняя вага ў мгр=1509.1
14	8.0	35	1111,0	
16	6.0	44	1214,0	
17	4.75	80	1365,5	
18	6.0	21	307,0	
15	10.0	73	2832,0	
20	9.75	95	3059,0	
21	4.80	26	1131,0	
13	6.5	21	819,0	
15	10.0	40	2363,2	
20	9.75	24	1073,4	

Разлік прадукцыйнасці прафундалі воз. Пятага можна прадставіць на табл. 40, дзе паказана сярэдняя колькасць арганізмаў і сярэдняя вага ў кг з плошчы 1 га.

Табліца № 40

Назва грунту	Сярэдні лік арганізмаў на 1 га	Сярэдняя вага ў кг/га
Цёмна-шэры глей тыпу гітыя. .	5.118.000	151.0

Сярэдні лік арганізмаў і іх біямаса для воз. Пятага вельмі вялікія; усе арганізмы, што ўваходзяць у склад бентаса, могуць быць да рэшты скарыстаны рыбай як харч, адсюль бентас воз. Пятага можна лічыць высокакормным і высокапрадукцыйным.

Возера Шостае

Возера Шостае паводле свайго нарысу вельмі падобна да воз. Пятага.

Воз. Шостае мае глыбіню да 20,0 м, празрыстасць 2.05 і паступовае паданне тэмпературы вады (ля паверхні t^0 вады $23,4^0$, на глыбіні $15,5—12,4^0$ C), тэмпературнага скачка няма; pH—8,3, на глыбіні—7,4; бікарбанатнай CO_2 — 97,6 мгр $^0/_{00}$; свабоднай CO_2—8,8 мгр $^0/_{00}$; SiO_2—5,0мгр‰; O_2—11,10 мгр‰.

Усяго па воз. Шостаму было ўзята 22 пробы планктона з 8/VII—11/VII і з 27/VIII—28/VIII-1932 г.

У зоапланктоне можна ўстанавіць 3 біяцэнозы: 1) біяцэноз літаралі, 2) біяцэноз вусця рэчак і 3) біяцэноз пелагіялі.

1. Літаральная зона з найбольшай глыбінёй да 4 м у воз. Шостым добра прадстаўлена дзякуючы вялікай колькасці затокаў і поўвостраваў, якія глыбока заходзяць у возера. У гэтай зоне Potamogeton, Scirpus і Gliceria складаюць добра развітыя зараснікі надводнай раслліннасці. Асноўным грунтам з'яўляюцца тут заглееныя пясчаныя адклады з нязначнай дамешкай гліны і раслінных рэштак. Зоапланктон апісваецца на падставе 6 проб з 6 станцый (гл. табл. 41, №№ станцый: 1, 2, 12, 10, 7 і 5). Як відаць з табл. 41, зоапланктон літаралі вельмі бедны на формы, усяго знойдзена 17 форм. З паміж іх на долю Cladocera прыходзіцца—9, Copepoda—1, Rotatoria—5. Самы багаты зоапланктон знойдзены на 2 станцыі, тут Cladocera прадстаўлены ў максімальнай колькасці—6 форм, Rotatoria—4 формамі. У зоне літаралі планктон мае характэрных для зараснікаў планктэраў з групы Cladocera, напр., Acroperus harpae, Scapholeberis mucronata, Ceriodaphnia megops, Percantha truncata і Sida crystalina.

Трэба адзначыць адсутнасць прадстаўнікоў Copepoda. З Rotatoria ў гэтай зоне скрозь сустракаюцца калаўраткі: Anurea cochlearis і Polyarthra platyptera.

2. Вусці рэчак, што цякуць у воз. Шостае, характарызуюцца пясчаным грунтам, а зараснікі гэтых рэчак складаюцца з Potamogeton, Phragmites, Ceratophylum.

У гэтых зарасніках было ўзята 6 проб з 4 станцый. Гэты біяцэноз паказаны на табл. 41 (№№ станцый: 19, 6, 23, 9) і характарызуецца беднасцю форм і тым, што яны рэдка сустракаюцца. З 5 відаў Cladocera сустракаецца скрозь у нязначнай колькасці рачок Bosmina longirostris typica.

Усе рачкі з Copepoda сустракаюцца адзінкамі; Anurea cochlearis і Polyathra platyptera з паміж Rotatoria сустракаюцца ў нязначнай колькасці і па ўсіх станцыях. З Cladocera няма зусім тыповых для зараснікаў форм. Планктон літаралі слаба развіты і, маючы ў сабе малую колькасць харчовых для рыбы планктэраў з паміж Cladocera і Copepoda, можа лічыцца ў рыбнай гаспадарцы малакормным.

3. У пелагічнай зоне добра выяўлены плёс ёсць толькі ў паўднёвай частцы возера. Біяцэноз адкрытай вады вывучаўся на 10 пробах з 7 станцый збіранняў з 8/VII—10/VII і 27/VIII-1932 г. і паказан на табл. 42 (№№ станцый: 25, 26, 27, 22, 21, 16, 18). Зоапланктон ліпнёвых збіранняў

Табліца № 41

Воз. Шостае. Літараль

№№ па пар	№№ па пар.		літараль						зараснікі рэчак					
		Дата	8 VII	8 VII	10 VII	9 VII	9 VII	9 VII	8 VII	8 VII	8 VII	10 VII	10 VII	9 VII
		№ станцыі	1	2	12	10	7	5	19	6	6	23	9	9
		№ проб	601	603	625	621	613	609	637	633	611	649	651	617
		Глыбіня ў м	0,5	0,75	1,0	1,5	0,5	0,75	1,10	2,0	2,0	0,75	2,40	2,40
		Protozoa												
1	1	Difflugia urceolata	—	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1
2	2	Arcella mitrata	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		Cladocera												
3	1	Acroperus harpae	—	3	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
4	2	Scapholeberis mucronata	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
5	3	Percantha truncata	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	4	Chydorus piger	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
7	5	Chydorus sphaericus	—	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
8	6	Sida crystallina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	7	Ceriodaphnia megops	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—
10	8	Diaphanosoma brachyurum	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—
11	9	Bosmina longirostris curvirostris	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—
12	10	Bosmina longirostris typica	—	1	—	—	—	—	—	1	1	2	1	1
13	11	Daphne longispina var. cucullata forme incerta	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
		Copepoda												
14	1	Diaptomus grociloides	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
15	2	Cyclops fimbratus	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
16	3	Cyclops serrulatus	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
17	4	Cyclops phaleratus	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
18	5	Cyclops albidus	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	2
		Rotatoria												
19	1	Anurea cochlearis	2	2	2	1	1	1	1	—	—	—	1	2
20	2	Polyarthra platyptera	2	2	3	2	2	2	—	2	2	—	—	2
21	3	Conochilus unicornis	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	4	Mytilina sp.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	5	Notholca longispina	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	6	Triathra terminalis	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1
			2	12	4	4	6	6	3	6	4	1	4	6

Табліца № 42

Воз. Шостае

№№ па парадку	№№ па парадку	Дата	10 VII	10 VII	10 VII	9 VII	9 VII	8 VII	8 VII	27 VIII	27 V II	27 VIII
			I збіранне							II збіранне		
		№ станцыі	25	26	27	22	21	16	18	25	22	18
		№ пробы	653	659	661	646	644	631	635	672	676	678
		Глыбіня ў метрах	10.0	7.0	8.0	10.0	16.0	6.5	6.5	9.0	10.0	6.5
		t^0 вады	23.4	24.4	25.0	26.4	26.2	25.2	26.4	—	—	—
		Празрыстасць	2.15	2.05	2.30	2.05	2.20	17	1.75	—	—	—
		I. Cladocera										
1	1	Bosmina longirostris typica . .	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
2	2	Bosmina coregoni gibbera . .	—	—	—	—	—	—	1	1	1	—
3	3	Bosmina longirostris curvirostris.	1	—	1	1	—	—	—	—	—	—
4	4	Sida crystallina	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
5	5	Diaphanosoma brachyurum . .	—	2	3	—	—	2	—	3	—	2
6	6	Daphne longispina v. cucullata f. incerta	3	3	3	2	1	1	1	1	1	—
7	7	Daphne longispina v. cucullata f. galeata	2	2	2	3	1	2	2	2	1	—
8	8	Leptodora kindtii.	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
9	9	Bythotrephes longimanus . .	—	—	—	—	--	—	1	—	—	—
		II. Copepoda										
10	1	Cyclops leuckarti	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—
11	2	Cyclops oithonoides	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—
12	3	Cyclops fimbratus	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
13	4	Cyclops albidus	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
14	5	Diaptomus graciloides . . .	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3
		III. Rotatoria										
15	1	Anurea cochlearis.	—	—	—	—	—	2	1	—	—	—
16	2	Polyarthra platyptera. . . .	1	2	2	2	2	2	2	—	—	—
17	3	Conochilus unicornis	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
18	4	Notholca longispina	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
19	5	Monostyla bulla	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
		Колькасць форм . .	5	6	9	6	7	8	10	6	4	3

налічвае ўсяго 18 форм; на долю Cladocera прыходзіцца 6 форм, з паміж іх рачок Daphne longispina v. cucullata i Daphne longispina v. hyalina характэрны тым, што скрозь сустракаюцца. Copepoda прадстаўлены 6 формамі, з якіх

Diaptomus graciloides сустракаецца скрозь. З 4 відаў Rotatoria толькі Polyarthra platyptera знойдзена скрозь у невялікай колькасці.

Трэба адзначыць характэрных для пелагіялі рачкоў, напр. Leptodora kindtii, Bithotrephes longimanus, Diaptomus graciloides, Cyclops leuckarti і C. oithonoides.

У зоапланктоне 2-га збірання ад 27/VIII адбыліся істотныя змены ў бок змяншэння агульнай колькасці форм, іх асталося з 18 усяго--7. Гэта рэзкая змена датычыцца галоўным чынам групы Copepoda—асталося ўсяго 2 віды і Rotatoria, дзе ўсе ліпнёвыя формы зніклі, а з'явіліся адзінкамі колаўраткі—Monostyla bulla.

Гэтую беднасць зоапланктона пелагіялі і літаралі можна вытлумачыць толькі вельмі моцным цвіценнем возера сіне-зялёнымі водараслямі ў перыяд ліпеня і жніўня м-ца 1932 г., у выніку якога фітапланктон дае ў другой палове лета вялікую прадукцыю, а зоапланктон адзначаецца нязначным развіццём ракападобных як у якасных, так і ў колькасных адносінах.

Возера Сёмае

Максімальная глыбіня 22,0 м, празрыстасць 7,20; паступовае паданне тэмпературы вады (тэмпература вады ля паверхні 24,2°, на глыбіні 15 м—6,0С); тэмпературнага скачка няма; pH—8,3, на глыбіні 15 м — 7,3; бікарбанатнай CO_2 — 119,6 мгр°/₀₀; свабоднай CO_2 — 4,4 мгр°/₀₀ SiO_2 — 3,1 мгр °/₀₀; O_2—8,34 мгр %₀; малая колькасць кальцыя.

Зоапланктон воз. Сёмага вывучаецца ў раёне літаралі на 3 пробах з 3 станцый (№№ станцый: 13 14 і 31) і ў пелагіялі на 3 пробах з 2 станцый (№№ станцый 28, 29) і паказан на зводнай табл. 43.

Не гледзячы на добра развітую літаральную зону ў воз. Сёмым, пакрытую мясцамі зараснікамі Scirpus'а і Phragmites, планктон у гэтым раёне зусім слаба выяўлен, няма прадстаўнікоў Cladocera і Copepoda; Rotatoria лепш за ўсё прадстаўлены ў раёне 13 станцыі. Планктон пелагіялі таксама вельмі слаба развіты (гл. табл. 43). З паміж рачкоў, якія сустракаюцца скрозь, можна адзначыць Diaphanosoma brachyurum і Diaptomus graciloides, з колаўратак Polyarthra platyptera. Пробы планктона ад 28/VIII ніякіх істотных змен у планктоне не даюць, а таму можна лічыць планктон літаралі і пелагіялі слаба развітым і малакормным для рыбы.

Кароткая тыпалагічная характарыстыка зоапланктона

Воз. Шостае—неглыбокі вадаём з добра выяўленай літаральнай зонай. Па вялікай колькасці солей кальцыя, шчолачнай рэакцыі асяроддзя (pH—8,3), па цвіценню сіне-

Табліца № 43

Воз. Сёмае. Планктон

№ № па парадку	№№ па парадку		Літараль			Пелагіяль		
		Дата	10/III	10/VII	8/VII	11/VII	11/VII	27/VIII
		№ станцыі	13	14	3	28	29	28
		№№ проб	627	630	605	664	670	682
		Глыбіня	1,5	1,25	1,0	15,5	15,0	15,5
		t⁰ вады	—	—	—	24,2	24,5	—
		Празрыстаць	—	—	—	7,20	7,0	—
		I. Protozoa						
1	1	Difflugia urceolata . .	2	1	1	—	—	—
		II. Cladocera						
2	1	Diaphanosoma brachyurum	—	—	1	3	3	2
3	2	Daphne longispina var. cucullata f. cucullata .	—	—	—	1	2	—
4	3	Daphne longispina var. cucullata f. incerta .	—	—	—	1	2	—
5	4	Daphne longispina var. cucullata f. galeata . .	—	—	—	2	—	2
6	5	Bosmina coregoni globosa	—	—	—	1	—	1
		III. Copepoda						
7	1	Diaptomus graciolides .	—	1	—	3	3	2
8	2	Cyclops leuckarti . .	—	—	—	—	1	—
9	3	Cyclops oithonoides . .	—	—	—	—	2	1
10	4	Cyclops albidus . . .	—	—	—	—	1	—
11	5	Cyclops vicinus . . .	—	—	—	—	1	1
		IV. Rotatoria						
12	1	Anurea cochlearis . .	2	—	1	—	2	1
13	2	Polyarthra platyptera .	3	—	1	1	2	1
14	3	Cathypna luna . . .	1	—	—	—	—	—
15	4	Notholca longispina . .	1	1	—	—	—	—
		Колькасць форм .	5	3	4	7	10	8

зялёнымі водарaслямі, паводле класіфікацыі Тінемана-Наўмана, можа быць залічана да тыпу еўтрофных азёр. У зоапланктоне канстатавана 32 формы, але па колькасці ён развіт слаба, у ім няма дамінантных форм. У пелагіялі кіруючымі формамі будуць рачкі: Daphne longispina v. cu-

cullata, D. longispina v. hyalina i Diaptomus graciloides, з колаўратак—Polyarthra platyptera.

Цвіценне возера сіне-зялёнымі ў ліпені і ў жніўні моцна адбілася на прадукцыі зоапланктона, выклікаўшы змяншэнне агульнага ліку відаў планктэраў і змяншэнне ступені, у якой яны сустракаліся не толькі ў пелагіялі, але і ў літаралі.

Воз. Сёмае па свайму фізіка-хімічнаму рэжыму, маломy ўтрыманню солей кальцыя, па вялікай празрыстасці вады (7,20), па адсутнасці цвіцення сіне-зялёнымі можа быць аднесена к тыпу пераходных азёр аліга-еўтрофных. Макрафлора затокаў дапамагае далейшай еўтрофіі вадаёма. Зоапланктон літаралі зусім слаба развіты, а ў зоапланктоне пелагіялі кіруючымі формамі будуць рачкі: Diaphanasoma brachyurum i Diaptomus graciloides, іншыя віды прадстаўлены ў нязначнай колькасці і сустракаюцца рэдка.

Грунт воз. Шостага і воз. Сёмага

Літараль воз. Шостага ад 0—4 м складзена ўся з пяскоў з дамешкай гліны і раслінных рэштак, а ў раёне 4—19 станцый да грунту дамешваецца вялікая колькасць рэштак драўніны, галоўным чынам кары дрэў. Гэтыя рэшткі памнажаюцца на дне ад лесасплаву. Вусці рэчак, што цякуць у возера, таксама маюць пясчаны грунт.

Прафундаль ад 4—20 м пакрыта глеем цёмна-шэрага колера, пародай, што падсцілае амаль скрозь, будзе гліна Мікраскапічны аналіз паказаў, што асноўная маса глею. складаецца з светла-жоўтых капрагенных элементаў, з фітапланктона, які спрасаваўся і сярод якога параскіданы ракавіны Difflugia, Arcella, створкі панцыраў Bosmina, Chydorus, Cypris і абломкі ракавін малюскаў. У раёне 18 станцыі знойдзена, апроч асноўнага глеістага грунту, значная дамешка раслінных рэштак алахтоннага паходжання (уплыў лесаплаваў). Гэты грунт становіць сабой тыповую аўтахтонную планктагенную гітыю і пакрывае ў воз. Шостым усю прафундаль.

У воз. Сёмым літараль ад 0—4 м у асноўным складзена з дробна-зерневага пяску з дамешкай раслінных рэштак, і толькі ў раёне 14-15 станцый знойдзен глеісты грунт, багаты на раслінныя гніючыя рэшткі з пахам H_2S. Прафундаль воз. Сёмага ад 4—22 м пакрыта глеем цёмна-шэрага колера, паводле мікраскапічнага аналізу вельмі падобным на глей воз. Шостага. Гэты грунт можа быць ахарактарызаваны як аўтахтонная гітыя.

Кампаненты доннай фауны

Літараль воз. Шостага, пакрытая пясчанымі адкладамі, з дамешкай гліны і раслінных рэштак, мае добра развітыя

Табліца № 44

Воз. Шостае і Сёмае. Падліковая табліца фауны літаралі

№№ п/п	Назва арганізмаў	Літараль воз. Шостага	Зараснікі рэчак воз. Шостага	Літараль воз Сёмага
1	Stilaria lacustris	+	—	—
2	Tubifex sp.	+	+	—
3	Lumbriculus sp.	—	+	—
4	Herpobdella octoculata	+	+	+
5	Piscicola geometra	+	—	+
6	Glossosiphonia complanata	+	+	+
7	Asellus aquaticus	+	+	—
8	Bithynia tentaculata	+	+	+
9	Amphipeplia glutinosa	+	—	—
10	Limnaea auricularia	+	+	—
11	Limnaea stagnalis	—	+	+
12	Physa fontinalis	+	+	—
13	Valvata piscinalis	+	—	—
14	Sphaerium sp.	+	+	+
15	Lithoglyphus naticoides	+	—	+
16	Dreissena polymorpha	+	+	+
17	Limnesia maculata	—	+	+
18	Chironomus plumosus	—	+	—
19	Endochironomus	+	+	—
20	Chironominae воз. Круглага	+	+	—
21	Cryptochironomus	+	—	—
22	Trichotanypus sagittalis	+	+	—
23	Stictochironomus	+	+	+
24	Corixa	+	—	+
25	Leptocerus sp.	+	+	—
26	Molanna sp.	+	—	+
27	Anabolia sp.	—	+	+
28	Nepa sp.	—	+	—
29	Notonecta glaucopis	—	+	—
	Колькасць форм	20	21	11

зараснікі рдэстаў, чаротаў, трысця—таму яе біяцэноз вельмі багата прадстаўлены. Для вывучэння мікрафауны літаралі былі ўзяты выключна скрабковыя пробы (на 1, 2, 7, 8, 10, 11 і 12 і 17 станцыях) і ў зарасніках вусцяў рэчак (на 4, 6, 9, 19, 23 і 24 станцыях), зводны матэрыял па скрабковых пробах падаецца на табл. 44. Як відаць з табліцы, фауна літаралі ў асноўным складаецца з Hirudinea, Mollusca, Chironomidae і Trichoptera, прычым малюскі бяруць верх над іншымі групамі.

Літараль воз. Сёмага па свайму пясчанаму грунту, развіццю макрафітаў, вельмі падобна да літаралі воз. Шостага, таму яе біяцэноз складаецца з тых самых форм (гл. табл. 44, даследваны пробы з 3, 13, 14 і 15 станцый). Наяўнасць пясчаных грунтаў у літаралі стварае спрыяючыя ўмовы для жыцця ручайнікаў віду Molanna і Leptocerus і хіранамід і віду Stictochironomus і Cryptochironomus.

Вобласць прафундалі воз. Шостага, пакрытая цёмна-шэрым глеем тыпу гітыі, дае з плошчы ў 0,1 кв. м да 48 арганізмаў (гл. табл. 45), дзе паказаны біятопы па асобных станцыях, назва арганізмаў, іх колькасць і вага ў мгр з плошчы 0,1 кв. м. Было ўзята 12 проб з 8 станцый, (№№ станцый: 20, 21, 25, 16, 18, 22, 27 і 23). Біяцэноз цёмна-шэрага глею складаецца з наступных арганізмаў: Tubifex sp., Lumbriculus sp., малюскаў—Bithynia tentaculata, Sphaerium, Lithoglyphus naticoides, Dreissena polymorpha і хіранамід —Chironomus plumosus, Trichotanypus sagittalis, Cryptochironomus і Polypedilum. Сустракаецца даволі часта ў невялікай колькасці Corethra. На табл. 47 паказана роля хіранамід, тубіфіцыд і малюскаў у бентасе прафундалі воз. Шостага.

Бентас па колькасці форм, якія ў яго ўваходзяць, вельмі бедны, але адзначаецца характэрнай асаблівасцю—наяў-

Табліца № 45

Воз. Шостае. Прафундаль ад 4—20 м

Дата	№№ проб і станц.	Глыбіня	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць арганізмаў на 0,1 м²	Сярэдняя вага ў мгр.	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр.
	XVI	6,5	Глей цёмна-шэрага колера	Chironomus plumosus	1	35.5		
				Bithynia tentaculata (пустая) . . .	(12)	—		
				Dreissena polymorpha . . .	44	601,0		
				Dreissena polymorpha (пустая) . .	(212)	—		107,5
	632			Lumbriculus sp.. .	3	24.0	4/48	26551.5

Дата	№№ проб і станц.	Глыбіня	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць арганізмаў на 0,1 $м^2$	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр
	XVIII	6.5	Глей цёмна-шэрага колера з дамешк. рэштак драўніны	Chironomus plumos.	5	35.0		
				Trichotanypus sagittalis	1	5.0		
				Bithynia tentaculata (пустая) . . .	(5)	—		
				Limnaea peregra .	1	80.0		
	636			Lumbriculus sp. .	7	24.0	14	328,0
	XXII	10.0	Глей цёмна-шэрага колера з дамешкай пяску	Chironomus plumos.	5	36.0		
				Trichotanypus sagittalis	4.0	5.0		
				Cryptochironomus .	2	9.0		
				Bithynia tentaculata (пустая) . . .	1	—		
	647			Sphaerium sp. . .	1	13.0	12	231,0
	XXV	10.0	Глей цёмна-шэрага колера	Chironomus plumos.	6	40.2		
				Bithynia tentaculata.	1	60.0		
				Sphaerium sp. . .	2	14.0		
	654			Tubifex sp. . . .	4	6.0	13	353,2
	XXVII	7.0	Глей шэрага колера з пяску	Cryptochironomus .	4	8.0		
				Polypedilum . .	3	6.0		
				Trichotanypus sagittalis	7	3.0		
				Lithoglyphus naticoides	11	46.0		
				Dreissena polymorpha.	4/(65)	602.0		579
	660			Tubifex sp. . . .	2	6.0	27/31	2997
	XXVII	8.0	Глей шэрага колера	Cryptochironomus .	3	8.0		
				Trichotanypus sagittalis	2	3.0		
				Bithynia tentaculata (пустая) . . .	(27)	—		
				Lithoglyphus naticoides	9	42.0		
				Limnaea auricularia	1	50.0		
				Dreissena polymorpha	2(376)	309.0		466
	662			Tubifex sp. . . .	2	4.0	17/19	1084

Дата	№№ проб і станц.	Глыбіня	Грунт	Назва арганізмаў	Колькасць арганізмаў на 0,1 $м^2$	Сярэдняя вага ў мгр.	Агульная колькасць арганізмаў	Агульная вага ў мгр
	XXII	9.0	Глей шэрага колера з дамешкай гліны	Chironomus plumosus	4	34.0		
				Corethra	1	6.0		
				Limnaea auricularia.	2	48.0		
				Bithynia tentaculata.	3	61.0		
				Lithoglyphus naticoides	1	46.0		
				Tubifex sp. . . .	1	4.0	12	471
	XXIII	6.5	Глей цёмна-шэрага колера з дамешкай драўніны	Chironomus plumos.	4	32.5		
				Bithynia tentaculata (пустая) . . .	(7)	—		
				Dreissena polymorpha	1	303.0		
	679		.	Tubifex sp. . . .	4	4.0	8/9	146,5 / 449,5
10/VII	XX	11.0	Глей цёмна-шэрага колера	Trichotanypus sagittalis	1	5.0		
				Tubifex sp. . . .	2	4.0		
				Sphaerium sp. . .	2	13.0		
				Bithynia tentaculata (пустая) . . .	(7)	—		
	640			Dreissena (пустая).	(56)	—	5	39,0
10/VII	XXI	16.0	„	Chironomus plumosus	1	35.5		
				Trichotanypus sagittalis	7	5.0		
				Corethra . . .	13	6.0		
				Bithynia tentaculata.	2	62.0		
				Sphaerium sp. . .	7	15.0		
	645			Sphaerium (пустая).	маса	—	30	377
10/VII	XXV	10.0	„	Dreissena polymorpha	2/(24)	580.0		
				Bithynia tentaculata (пустая) . . .	(11)	—		
	673			Tubifex sp. . . .	3	4.0	3/5	12,0 / 1172,0
27/VII	XX	—	„	Corethra	2	6.0		
				Tubifex sp. . . .	2	4.0		
				Bithynia tentaculata.	7	58.0	11	426,0

насцю Dreissena polymorpha, якая не была знойдзена ні ў адным з даследваных азёр. Dreissena polymorpha з'яўляецца масавай формай паўночна-германскіх азёр, куды зайшла параўнаўча нядаўна. Гэта форма набліжае воз. Шостае паводле складу бентаса да азёр паўночнай Германіі. Трэба адзначыць, што дночарпальнік апрача жывой даставаў пустыя ракавіны Dreissena palymorpha да 376 экз., прычым яна сустракаецца ў прафундалі на глыбіні ад 6, 5—11 м. Corethra ў воз. Шостым сустракаецца ў нязначнай колькасці—13 экз. з аднаго кв. м, таму карэтравым назваць яго не можна. Хіранаміды таксама прадстаўлены слаба—50 экз. з 1 кв. м. Кіруючую ролю ў бентасе прафундалі адыгрываюць малюскі—85 экз. з 1 кв. м, а ў адносінах вагі яны ў 24,5 разоў перавышаюць колькасць вагі хіранамід (гл. табл. 46).

Табліца № 46

Колькасць хіранамід, тубіфіцыд і малюскаў, якая прыходзіцца па 1 кв. м прафундалі

	Chironomus plumosus	Trichotanypus sagittalis	Cryptochironomus	Palypedilum	Усяго хіранамід	Corethra	Tubifex sp.	Sphaerium	Bithynia tentaculata	Lithoglyphus naticoides	Dreissena polymorpha	Усяго малюскаў
Кольк. арган.	22	18	7	3	50	13	16	10	10	17	44	85
Вага ў мгр .	770	90	56	18	924	78	64	130	600	799	21076	22659

Прафундаль воз. Сёмага пакрыта глеем цёмна-шэрага колера. Гэты тып грунту дае 51 экз. з плошчы ў 0,1 кв. м. Біяцэноз яго вельмі аднастайны і складаецца з: Tubifex sp. Sphaerium, Chironomus plumosus, Pentapedilum, Trichotanypus sagittalis і Sergentia, Corethra не знойдзена зусім гл. табл. 47).

Lenz лічыць лічынку Sergentia характэрнай для азёр, якія займаюць прамежнае палажэнне паміж алігатрофнымі і еўтрофнымі. Яна з'яўляецца кіруючай формай некаторых нарвежскіх высокагорных азёр, вельмі чулая да наяўнасці гумусу.

У табл. 48 паказана роля хіранамід, тубіфіцыд і малюскаў у прафундалі воз. Сёмага (на 1 кв. м).

Corethra ў воз. Сёмым не знойдзена зусім. Хіранаміды прадстаўлены ў колькасці 86 экз. з 1 кв. м. Тубіфіцыды ў 2 разы перавышаюць колькасць хіранамід—186 з 1 кв. м, але ўступаюць ім у адносінах вагі. Каб адзначыць у бентасе ролю хіранамід і тубіфіцыд, воз. Сёмае можна характарызаваць як хіранаміднa-тубіфіцыднае возера.

Табліца № 47

Воз. Сёмае. Прафундаль ад 4–22,5 м

№№ проб і станц.	Глыбіня ў м	Грунт	Назва арганізмаў	Кольк. арган. на 0,1 мг	Сярэдняя вага ў мгр	Агульная кольк. арганізмаў	Агульная вага ў мгр
XXVIII	15.5	Глей цёмна-шэрага колера	Chironomus plumosus .	2	16.5		
			Pentapedilum . . .	3	2.0		
			Sergentia	3	6.0		
665			Tubifex sp.	14	6.0	22	141.
XXIX	15.0	Глей шэрага колера	Chironomus plumosus .	4	20.0		
			Sergentia	1	6.0		
			Sphaerium	3	17.0		
671			Tabifex sp.	7	6.0	15	179.0
XXVIII	15.0	Глей цёмна-шэрага колера	Chironomus plumosus .	13	18.0		
			Trichotanypus sagittalis	1	5.0		
			Bithynia tentaculata (пустая)	(2)	—		
			Sphaerium	3	16.0		
683			Tubifex sp.	34	6.0	51	491

Табліца № 48

Воз. Сёмае	Chironomus plumosus	Trichotanypus sagittalis	Pentapedilum	Sergentia	Усяго хіранамід	Tubificidae	Sphaerium
Грунт цёмна-шэры глей (прафундаль) . . .	63	3	10	10	86	186	20

Колькасныя даныя па доннай фауне

У воз. Шостым і ў воз. Сёмым у зоне літаралі былі ўзяты толькі скрабковыя пробы, таму прадукцыйнасць дна літаралі дзеля недастачы проб дночарпальнікам вылічана быць не можа. Прафундаль воз. Шостага, пакрытая цёмна-шэрым глеем, дае максімальна да 6 экз. Chironomus plumosus з сярэдняй вагой ад 32,5—40 мгр (гл. табл. 45). Пробы бентаса, браныя 27/VIII—1932 г., ніякай істотнай змены ў колькасці і ў вазе Chironomus plumosus не далі. Апроч хірана-

мід у бентасе віднае месца займае з паміж малюскаў Dreissena polymorpha, якая па колькасці даходзіць да 44 экз. з 0,1 кв. м. (16 станцыя).

У літаратуры на Dressena polimorpha часта паказваюць як на харч для сігаў. У табл. 49 паданы даныя аб колькасці арганізмаў, іх сярэдняй вазе ў мгр з 12 станцыі прафундалі.

Табліца № 49

Колькасць арганізмаў на (0,1 кв. м) цёмна-шэрым глеі прафундалі

№№ станцый	Глыбіня ў метрах	Колькасць арганізмаў	Сярэдняя вага ў мгр	Заўвагі
20	11,0	5	39,0	У дужках паказана колькасць арганізмаў і іх вага без Dreissena polymorpha
21	16,0	30	377,0	
25	10,0	5(3)	1172(12)	
20	11,0	(1)	426,0	
16	6,5	48,(4)	26551,5(107,5)	
18	6,5	14	328,0	
22	10,0	12	231,0	
25	10,0	13	353,2	
27	7,0	31(27)	2997(579)	
27	8,0	19,(17)	1084(466)	
22	9,0	12	471	
23	6,5	9(8)	449,5(146,5)	

Сярэдняя колькасць арганізмаў для 12 станцый=17,4(13).
Сярэдняя вага—2873,25(294,65) мгр.

Калі ўлічваць Dreissena polymorpha, то сярэдняя колькасць арганізмаў для 12 станцый будзе 17,4 пры сярэдняй вазе 2873 мгр, без Dreissena polymorpha, сярэдняя колькасць арганізмаў будзе роўная 13 пры сярэдняй вазе—294,6 мгр.

Прафундаль воз. Сёмага таксама пакрыта глеем шэрага колера тыпу гітыя.

Гэты грунт дае максімальна да 13 экз. Chironomus plumosus (гл. табл. 47), прычым з вельмі малой сярэдняй вагой—ад 16,5—20 мгр (такая малая вага Chironomus plumosus не была знойдзена ні ў адным з даследваных азёр). У 3-х пробах, узятых на возеры Сёмым, колькасць арганізмаў і іх вага ў мгр на 0,1 кв. м размяркоўваецца наступным чынам:

28 станцыя глыбіня 15,5 — 22 экз. — вага 141 мгр
29 " " 15,0 — 14 " — " 179 "
28 " " 15,0 — 15 " — " 491 "

Сярэдняя колькасць арганізмаў для 3 станцыі—29 экз. пры сярэдняй вазе ў 268 мгр.

Разлік прадукцыйнасці прафундалі воз. Шостага і воз. Сёмага паказан на табл. 50, дзе падана сярэдняя колькасць арганізмаў і сярэдняя вага з плошчы 1 га ў кг.

Прафундаль воз. Шостага з пункту гледжання яе рыбагаспадарчай вартасці можа быць ацэнена як вобласць высокапрадукцыйная (287,3 кг/га) пры ўмове, што кампаненты доннай фауны будуць з'яўляцца харчовымі рэсурсамі для рыбы. Калі-ж улічыць, што Dreissena polymorpha з сваей тоўста-сценнай ракавінай і даволі буйным фарматам не ідзе на харч і калі адсюль яе не прыймаць пад увагу пры вылічэнні прадукцыйнасці біямасы дна—дык атрымаецца іншы малюнак. Прафундаль воз. Шостага становіцца мала-прадукцыйнай (без Dreissena polymorpha), яна дае 29,3 кг/га. Таксама мала-прадукцыйнай будзе і прафундаль воз. Сёмага: яна дае 26,8 кг/га.

Табліца № 50

Назва азёр	Сярэдняя колькасць арганізмаў на 2 га	Сярэдняя вага ў кг/га	Заўвагі
Прафундаль воз. Шостага—цёмна-шэры глей тыпа гітыя	1.741.600 1.300.000	287,3 29,4	Разлік з Dreissena polymorpha. Без Dreissena polymorpha
Прафундаль воз. Сёмага—цёмна-шэры глей тыпу гітыя	2.900.000	26,8	

* * *

Уся мясцовасць даследванага раёна становіць сабой раўніну з выразнымі пагоркамі і носіць адбітак калісці перажытага ёю ледавіковага перыяду. Усе азёры гэтага раёна ледавіковага паходжання, аб чым сведчаць такія адзнакі іх, як глыбіня, форма, пабудова азёрнага ложа і арыентаванне галоўнай восі азёр прыблізна ў адным і тым самым кірунку—з поўначы на поўдзень.

Паводле Тінемана-Наўмана, кожнае возера ў сваей гісторыі развіцця абавязкова праходзіць шлях ад алігатрофнага тыпу праз еўтрофны да дыстрофнага, прычым такі генезіс з'яўляецца характэрным для сучасных умоў сярэдняй часткі Еўропы і Паўночнай Амерыкі. Але апроч такога шляху развіцця можна наглядаць і пераход ад алігатрофных умоў адразу да дыстрофіі, што адзначаецца ў літаратуры для азёр Скандынаўскіх і для некаторых азёр Мешчэрскай нізіны Разанскай губ. (Н. Дэксбах, 1928).

Сярод групы даследваных азёр алігатрофны тып не знойдзен зусім. Да возера пераходнага тыпу, алігаеўтрофных, можна залічыць воз. Сёмае, у якім ёсць наступныя, уласцівыя гэтаму тыпу азёр, рысы: вялікая празрыстасць вады, малая колькасць солей кальцыя, адсутнасць цвіцення сіне-зялёнымі водараслямі, слабае развіццё макрафітаў у літаральнай зоне, беднасць доннай фауны, прысутнасць лічынак Sergentia (стэнаоксібіёнт).

Астатнія вадаёмы (Першае, Другое, Трэцяе, Чацвертае, Пятае і Шостае) характарызуюцца наступнымі адзнакамі:

1) глыбіня азёр сярэдняя (ад 5 да 20 м),
2) слабая празрыстасць вады,
3) багацце вады на солі кальцыя,
4) рэакцыя асяроддзя pH>7(pH ад 7—8,4),
5) наяўнасць грунту тыпу аўтахтоннай гітыі,
6) добра развітая берагавая расліннасць,
7) добра развіты планктон у летнія месяцы. Ва ўсіх азёрах у зоапланктоне галоўнае месца займаюць Cladocera і Copepoda; Rotatoria скрозь адыгрываюць падпарадкаваную ролю, і толькі ў воз. Пятым, побач з Cladocera, добра прадстаўлены Rotatoria,
8) інтэнсіўнае цвіценне сіне-зялёнымі водараслямі,
9) беднасць відамі доннай фауны,
10) наяўнасць у бентасе еўрыоксібіёнтнай Chironomus—фауны, галоўную ролю ў бентасе адыгрывае Chironomus plumosus, і толькі ў воз. Першым побач з Ch. plumosus ёсць Tanytarsus і Stictochironomus (еўтрофны мезаоксібіёнт),
11) наяўнасць лічынкі Corethra ў некаторых азёрах (Другое, Пятае, Шостае),
12) Донная фауна колькасна даволі багатая: максімум жывёл ад 1230 да 1620 на кв. м, сярэдняя колькасць арганізмаў ад 130—628 экз., з сярэд. ваг. ад 637 да 2871 м на 1 кв. м.

Такім чынам, паводле класіфікацыі Тінемана-Наўмана, усе гэтыя азёры павінны быць залічаны да тыпу еўтрофных вадаёмаў з нязначнай дыстрофіяй у тых участках, дзе ідзе або засплавіневанне, або прыбыванне алахтонных частак, якія прыносяцца рэчкамі, ці канавамі з прылеглых да азёр балот (паўночна-заходні выступ воз. Першага, паўночны канец воз. Чацвертага).

Колькаснае вывучэнне бентаса ў даследваных азёрах дае магчымасць ведаць, на колькі адзін вадаём багацейшы кормам за другі, што мае важнае значэнне ў галіне рыбалоўства і рыбаводства.

Калі параўноўваць атрыманыя даныя па біямасе даследваных азёр з данымі, атрыманымі іншымі аўтарамі, для СССР і іншых краін (гл. табл. 51), то выходзіць, што толькі воз. Сёмае, якое дае 26,8 кг/га, падобнае да Карэльскага Габ-возера—29,8 кг/га і Другое—58,9 кг/га, падобнае

Табліца № 51

Параўнаўчая табліца сярэдняй доннай прадукцыі біёмасы некаторых азёр БССР і іншых краін (у кг/га)

№№ п/п	Вадаёмы і вобласці	Хто апрацоўвае	Плошча возера ў км.	Максімальн. глыб. у мт	Сярэдн. прадук. ў кг га	Усе азёры ці асобн. зоны	Час работ
	I. БССР						
1	Воз. Першае	Гусева	—	10,0	180,6	Усе азёры	лета 1932 г.
2	„ Другое		—	19,0	58,9	„	„
3	„ Чацвертае		—	5,0	226,2	Прафунд.	„
4	„ Трэцяе		—	7,0	158,7	„	„
5	„ Пятае		—	14,0	151,0	„	„
6	„ Шостае		—	20,0	287,3 альбо 29,4[1])	„	„
7	„ Сёмае		—	22,0	26,8	„	„
	II. СССР						
8	Воз. Пераслаўскае	Дэксбах	49,38	24,25	164,8	Усе азёры	лета 1929 г.
9	„ Чорнае	„	0,026	4,4	10,2	„	„
10	„ Бісерава	Ліпіна	1,035	4,0	180	„	„
11	„ Сенежскае	Елеонскі	7,0	6,0	194,3	„	жнівень верасень 1927 г.
12	„ Окскай поймы	Жадзін	—	—	259,1	„	„
13	„ Чаны Заход. Сібіры	Беразоўскі	3619,0	9,0	94,1	„	весна, лета, восень
14	„ Сартлан Зах. Сібіры	Пірожнікаў	268,84	5,9	75,62	„	лета 1927 г.
15	„ Харошае	Зверава	21,4	5,0	208,0	„	лета 1928 г.
16	„ Крывое	„	35,7	2,0	30,0	„	„
17	„ Ільмень	Домрачэў	1124,3	4,0	477,9	„	канец лета 1927 г.
18	„ Севан	Арнольд	1413,0	90	17,7	„	„
19	Габ—возера - Карэлія	Чэрноўскі	3,5	18,0	29,08	„	„
20	Перт—возера	„	„	20	60,48	„	„
	III. Азёры іншых краін						
21	16 фінскіх азёр	Valle	—	—	9,24	„	1927 г.
22	10 нарвежскіх азёр	Olstad	—	—	59,2	„	1925 г.
23	19 шведскіх азёр	Alm	—	—	34,7	„	—
24	Lake Simcol Канада	Rawson	960,37	44	12,38	„	—

[1]) Разлік зроблен без Dreissena polymorpha.

да карэльскага Перт-возера 60,48 кг/га, маюць нізкую прадукцыйнасць, усе астатнія вадаёмы (воз. Першае, Трэцяе, Чацвертае, Пятае і Шостае) у біямасе дна маюць ваганні ад 151,0—287,0 кг/га і могуць быць залічаны да групы высока-прадукцыйных азёр; падобнымі да іх будуць: воз. Пераслаўскае, воз. Бісерава, воз. Сенежскае, воз. Харошае.

Паводле даных Järnefelt (1925), атрыманых ім для фінскіх вадаёмаў, у еўтрофных тыпаў азёр біямаса вызначаецца ў граніцах ад 324,3—18,4 кг/га, у алігатрофных—у граніцах ад 26,5—1,7 кг/га.

Адсюль можна яшчэ раз зрабіць вывад, што воз. Першае, Другое, Чацвертае, Пятае і Шостае з'яўляюцца паводле сваей прадукцыйнасці еўтрофнымі вадаёмамі.

ЭКОЛАГА-СІСТЭМАТЫЧНЫ СПІС ФАУНЫ ДАСЛЕДВАНЫХ АЗЕР

Умоўныя знакі: воз. Першае—*П*; воз. Другое—*Д*; воз. Трэцяе—*Т*; воз. Чацвертае—*Ч*; воз. Пятае—*Пт*; воз. Шостае—*Ш*; воз. Сёмае—*С*.

Protozoa

Arcella mitrata Leidy—у нязн. кольк. у воз. П, Д, Т, Пт, Ш.
Difflugia sp.—адзінк. экз. у пелагіялі воз. Ш.
Difflugia pyriformis Perty—рэдка ў воз. П, Ч.
Difflugia urceolata Carter—у немалой колькасці ў воз. П. Д. Ч. Т. Ш. С. масавага развіцця дасягае ў літаралі воз. Пт.
Vorticella sp.—на рачках з Copepeda воз. П, Д, Ч, Пт.

Spongillidae

Spongilla lacustris L.—у зарасніках лук воз. П.
Spongilla fragilis Leidy—у зарасніках лук воз. П.

Nematodes

Gordius aquaticus L.—адзінк. экз. на глеістым грунце воз. П, Т. Пт.
Dorylaemus stagnalis—адзінк. экз. у трысцёвых зараснік воз. П.

Oligochaeta

Stylaria lacustris L—трысцёвыя зараснікі ў значн. кольк. у воз. П, Д, Ч, Пт, Ш.
Tubifex Nerthus Michaelson—на глiністым грунце ў нязнач. кольк. воз. П, Д, Т, Ш.
Tubifex tubifex Müll—у літаралі, грунт пясок з дамешкай раслін. рэшт. воз. Ч.
Ophidonais serpentia f. typica Müll—у нязнач. кольк. у зарасніках Nuphar, грунт пясок і галька воз. П, Ч. Пт, Ш.
Lumbriculus sp.—глеісты грунт воз. Ш.

Hirudinea

Glossosiphonia complanata L.—у літаралі на пяску воз. П, Д, Т, Пт, Ш, С.
Heliobdella stagnalis L.—у трысцёв. зарасніках воз. П, Д, Ч.
Herpobdella octoculata—у зарасніках на каменнях воз. П, Д, Т, Пт, Ш, С.
Piacobdella Raboti R. Blanch—у трысцёвых зарасніках воз. П.
Piscicola geometra—на пяску ў зарасніках трысця воз П.

Rotatoria

Anurea cochlearis Gosse—у нязначнай колькасці ў планктоне літаралі і пелагіялі ўсіх азёр, масавае развіццё на 8, 11, 12, 17, і 18 ст. воз. П.
Anurea cochlearis eucaudata Lauterb—у нязначнай колькасці ў планктоне літаралі воз. Ч; літаралі і пелагіялі воз. Пт.
Anurea aculeata Ehrbg— у значнай колькасці ў пелаг. і літар. воз. П, у зарасніках літаралі Д, Ч, Пт.
Polyarthra platyptera Ehrbg—часта ў планктоне пелагіялі і літаралі воз. П, Д, Т, Пт, Ш, С.
Triathra terminalis Plate—у нязначн. колькасці ў літаралі і пелагіялі воз. Ч, Пт, Д; масавае развіццё ў літаралі воз. Т.
Triathra longiseta Ehrbg—у літаралі воз. П.
Conochilus unicornis Rouss—адзінк. экз. у планктоне пелагіялі воз. Т, Пт, Ш, масавае развіццё ў літаралі і пелагіалі воз. П.
Asplanchna priodonta Gosse—адзінк. экз. у планктоне пелагіалі воз. П, Д, Пт, у вялікай кольк. у літаралі воз. Пт. (12 ст.).
Rattulus capucius Zacharias—адзінк. экз. у літаралі і пелаг. воз. П, Д, Т, Ч, Пт.
Mytilina mucronata O. F. Müller—адзінк. экз. у пелаг. воз. Пт. Д, у знач. колькасці ў літаралі воз. П, Пт.
Mytilina bicarinata Ehrbg—у зарасніках трысця і чарота воз. П.
Diplois sp. — у літаралі лук воз. П.
Noteus quadricornis Ehrbg—у літаралі воз. П.
Notholca longispina Kellic—у нязнач. кольк. у літар. і пелагіялі ўсіх азёр, у масе на 16 ст. воз. П.
Scardium eudactylosum Gosse—адзінк. экз. у літар. воз. П.
Cathypna luna O. F. Müller—адзінк. экз. у літар. воз. Д, С, у пелаг. воз. Т.
Diplox trigona Gosse—адзінк. экз. у літаралі (грунт пясок) воз Ш.
Monostylla bulla Gosse—адзінк. экз. у зарасніках трысця воз. Пт.

Mollusca

Limnaea stagnalis L.—літараль, у зарасніках макрафітаў воз. П, Ч, Пт, Ш.
Limnaea auricularia Z літараль воз. П, Пт, Ш; прафундаль, грунт глей з дамешкай пяску воз. Д, Ш.
Limnaea ampla Hartm.—у зарасніках літаралі воз. П, Д, Ч.
Limnaea truncatula Müll—літараль воз. П.
Limnaea peregra Müll—у зарасніках літаралі воз П, Пт, Д, С; у прафундалі воз. Д і Ш.
Limnaea ovata Drap.—у зарасніках літаралі і прафунд. воз. П.
Limnaea lagotis Schrank—на пясчаным грунце літаралі воз. Д, Т, у літаралі і прафундалі воз. Ш.
Amphipeplia glutinosa Müll.—на глеістым грунце літараль воз. П.
Aplexa hypnorum L—грунт пясок з галькай, выток рэчкі воз. П.
Physa fontinalis L—у трысцёвых зарасніках літаралі воз. Д, Ш.
Planorbis corneus L—на пясчаным грунце з дамешкай раслін рэштак воз. П, Д.
Planorbis glaber Jeffr.—у трысцёвых зарасніках, на пясчан. грунце воз. Д.
Vivipara duboisiana Mouss—у літаралі ўсіх азёр, заходзіць і ў прафундаль
Bithynia inflata Hansen—у літаралі воз. П.
Bithynia tentaculata L—у прафундалі і літаралі ўсіх азёр.
Valvata piscinalis Müll—на заглеенным пяску літаралі і пелагіалі воз. П; на пясчан. грунце літаралі воз. Д, Ш.
Valvata antiqua Sow.—на пясчан. грунце ў трысцёвых зарасніках літаралі воз. П.
Lithaglyphus naticoides C. Pf.—у літаралі і пелагіялі воз. Д, Пт, Ш. толькі ў літаралі на пясчан. грунце воз. Ч, С.
Unio tumidus Retz—на пясчан. грунце літаралі воз. П, Д. Т.
Anadota piscinalis Nils—у літаралі на заглееным пясчаным грунце воз. П, Д; у прафундалі воз. П. Ч.

Sphaerium corneum L—ва ўсіх азёрах апроч Ч., у літаралі і прафундалі ў немалой колькасці.
Pisidium sp. у прафундалі і літаралі воз. П.
Dreissena polymorpha—у прафундалі і літаралі воз. Ш, і С.

Cladocera

Daphne longispina var. cucullata f. cucullata G. O. Sars—у нязначнай колькасці ў пелагіялі воз. П, Д, Т, Ч, Пт.
Daphne longispina var. cucullata f. kahlbergiense Schoedler—у нязначнай колькасці ў літаралі і пелагіялі воз. П. Т, Пт.
Daphne lorgispina var. cucullata f. incerta Richard—у нязначнай колькасці у літаралі і пелагіялі воз. Д, Ч, Пт, Ш.
Daphne longispina var. cucullata f. opicata—у нязнач. колькасці ў пелагіялі воз. Д.
Daphne iongispina var. longispina f. caudata G. O. Sars.—адзінк. экз. у пелагіялі воз. Ш.
Daphne longispina var. hyalina f. typica Leydig—адзінк. экз. у пелагіялі воз. Д.
Daphne longispina var. hyalina f. pellucida Müll—адзінк. экз. у пелагіялі воз. П.
Daphne longispina var. hyalina f. rotundifrons G. O. Sars.—адзінк, экз. у пелагіялі воз. П.
Daphne longispina var. hyalina f. galeata G. O Sars.—у нязначнай колькасці ў пелагіялі воз. Д, С.
Ceriodaphnia megops G. O. Sars—у нязначн. колькасці ў літаралі і пелагіялі воз. П, Д, Т, Ч, Пт, Ш.
Scapholeberis mucronata O. F. Müller—у нязначн. кольк. у планктоне літаралі воз. Д.
Diaphanasoma brachyurum var. Leuchteberngianum Fisch—у нязначнай колькасці ў планктоне ўсіх азёр.
Sida crystallina O. F. Müller—у нязначн. колькасці ў літаралі і пелагіялі воз. П, Д, Т, Пт, Ш
Bosmina longirostris typica—у нязначн. кольк. у літаралі і пелагіялі воз. П, Д, Т, Пт, Ш.
Bosmina longirostris pellucida stingelin—у нязначн. кольк. у літаралі воз. П, Т, Пт.
Bosmina longirostris cornuta Jurine—у нязначн. кольк. у воз. П.
Bosmina longorostris cusvirostris Fisch—у нязначн. колькасці ў літаралі і пелагіялі воз. Ш і С.
Bosmina coregoni gibbera—Schoedler—у нязначнай кольк. у літаралі і пелагіялі воз. П, Д, Т, Пт, Ш.
Bosmina coregoni rotunda Schoedler—у нязначн. кольк. у літаралі і пелагіялі воз. П.
Bosmina coregoni globosa Lilljebarg—адзінк. экз. у пелагіялі воз. Ш і С.
Bosmina coregoni longispina Leydig—у нязначн. кольк. у літаралі воз. П.
Acroperus harpae Baird—у нязначн. кольк. у літаралі (трысцёвыя заraснікі) воз. П, Пт. Ш.
Acroperus angustatus G. O. Sars—адзінк. экз. у трысцёвых зарасніках воз. П.
Pleuroxus striatus Schödler—адзінк. экз. у літаралі воз Пт.
Alona quadriangularis Müller—адзінк. экз. у пелагіялі воз. П.
Alonlella excisa Fischer—адзінк. экз. у пелагіялі воз. Т.
Rhynchotalona rostrata Koch—адзінк. экз. у зарасніках трысця воз. П, Т.
Percantha truncata O. F. Müller—у немалой кольк. у літаралі воз. П, Пт, Ш
Chydorus sphaericus O. F. Müller—у нязначн. кольк. у літаралі і пелагіялі воз. П, Ш, Ч; дасягае масавага развіцця ў планктоне ліпнёвых збіранняў воз. Д, Т, Пт.
Chydorus piger G. O. Sars—у нязначн. кольк. у планктоне літаралі і пелагіялі воз. Пт, у літаралі воз. Ш.
Polyphemus pediculus Linne—у нязначнай колькасці ў літаралі воз. П, Д, Т і Пт.

Bithotrephes longimanus Leydig—адзінк. экз. у планктоне пелагіялі воз. П, Д, Ш.
Leptodora Kindtii Focke—у адзінк экз. у планктоне пелагіялі воз. П, Д, Т, Пт. Ш.

Copepoda

Diaptomus graciloides Lill.—у нязначнай колькасці ў планктоне літаралі і пелагіалі ўсіх азёр, масавае развіццё наглядалася ў ліпнёвым планктоне пелагіялі воз. Д.
Heterocope appendiculata G. O. Sars—у планктоне пелагіялі воз П.
Nitocra hibernica Brady—у планктоне пелагіялі воз. Пт.
Cyclops leuckarti Claus—у нязначн. кольк. у планктоне літаралі і пелагіялі ўсіх азёр.
Cyclops vicinus Uljanin—у планктоне пелагіялі воз. П, С.
Cyclops serrulatus Fisch—у нязначн. кольк. у планктоне пелагіялі воз. П, Т, у літалалі воз. Ш.
Cyclops sternuus Fisch—адзінк. экз. у планктоне пелагіялі воз. П.
Cyclops insignis Claus—адзінк. экз. у пелагіялі воз. П, і Пт.
Cyclops macrurus Sars—адзінк экз. у літаралі (прыбойнай) воз. П.
Cyclops phaleratus Koch—у нязначн. кольк. у пелагіялі і літаралі воз. П, Д, Т, Ч, Пт, Ш.
Cyclops gracilis Lill.—у нязначн. кольк. у пелагіялі воз. П.
Cyclops albidus Jur—у нязначн. кольк. у літаралі і пелагіялі воз. П, Д, Т, Пт. Ш, і С.
Cyclops crassicaudis Sars—у нязначн. кольк. у пелагіялі Паўночнай лукі воз. П.
Cyclops fuscus Jur—у нязначн. кольк. у пелагіялі воз. П, Д.
Cyclops affinis Sars—у нязначнай кольк. у літаралі і пелагіялі воз. П, Пт, Ш.
Cyclops fimbratus Fisch—у нязначн. кольк. у літаралі і пелагіялі воз. П, Пт, Ш.
Cyclops viridis Jur.—у нязначн. кольк. у планктоне пелагіялі воз. П.
Cyclops oithonoides Sars.—у нязначн. кольк. у пелагіялі воз. Ш і С, у знач кольк. у пелагіялі воз. Пт.

Ostracoda

Cypris sp.—адзінк. экз. у літаралі ў трысцёвых зарасніках воз. Д і Ш.

Isopoda.

Asellus aquaticus L—у літаралі сярод зараснікаў макрафітаў воз. П, Д, Т. Ч, Ш, С.

Amphipoda

Gammarus pulex L—у літаралі сярод зараснікаў макрафітаў воз. П і Пт.

Hydrocarina

Piona clavicornis Müll—у пробах планктона ў зарасніках макрафітаў воз. П
Limnesia maculata O. F. Müller—у планктоне літаралі воз. П, Д, Ш, С.
Limnesia fulgida C. L. Koch—у планктоне ў зарасніках макрафітаў воз. П,

Ephemeridae (larvae)

Cainis sp.—у літаралі і прафундалі на біятопе—пясок+гліна+глей у воз. П, Д, Т, Пт.
Centroptilum sp.—у літаралі ў зарасніках макрафітаў воз. П.
Ephemera sp.—у літаралі ў зарасніках макрафітаў воз. П, Д, Пт, Ш, С.

Odonata (larvae)

Lestes sp.—у літаралі ў зарасніках макрафітаў воз. Д, Пт.
Agrion sp.—у літаралі ў зарасніках макрафітаў воз. Д. Пт, Ш.

Trichoptera (larvae)

Limnophilus sp.—на заглееным пяску літаралі воз. П, Д, Т, Ш.
Leptocerus sp.—на пясчаным грунце літаралі і пелагіялі воз. П, Д, Т, Пт, Ш.
Anabolia sp.—у трысцёвых зарасніках воз. Пт, Ш, С.
Phryganea sp.—у літаралі на пясчаным грунце воз. Д, Пт.
Hydroptilia sp.—на пясчаным грунце літаралі воз. Пт.
Molanna sp.—на заглееным пяску літаралі і пелагіялі воз. П, Д, Ш, С.

Coleoptera

Macropiea appendiculata Ponz—у планктоне літаралі воз. П.
Micronecta minutissima L.—у планктоне з зараснікаў макрафітаў воз. П.
Danacia sp. (larvae)—у зарасніках макрафітаў воз. Д, Ч.

Rhynchota

Nothonecta sp.—у зарасніках макрафітаў воз. Ш.
Corixa sp. (larvae)—у зарасніках макрафітаў воз. П, Ш.
Nepa sp.—у трысцёвых зарасніках воз. Ш.

Diptera

Chironomus plumosus—у прафундалі на гітыі воз. П, Д, Т, Пт, Ш, С, у прафундалі на заглееным пяску з дамешкай галькі воз. Т, у літаралі на заглееным пяску з дамешкай галькі воз. Д.
Glyptotendipes polytomus—у літаралі воз. Д; прафундалі воз. Т.
Glyptotendipes Gripekoveni—у літаралі і прафундалі, галоўным чынам на заглееным пяску воз. П, Д, Ч, Пт.
Endochironomus—у літаралі на пясчаным грунце воз Д, Пт, Ш.
Stictochironomus—у літаралі на пясчаным грунце воз. П, Д, Т, Ш.
Parachironomus—у літаралі ў зарасніках воз. Д, Т, Ч.
Cryptochironomus—у літаралі на пясчаным грунце і ў прафундалі не гітыі воз. П, Д, Ш.
Paracladopelma—у прафундалі воз. П.
Harnischia—на пясчаным грунце воз. П.
Chironominae воз. Круглага—у літаралі і пелагіялі воз. П, Д, Т, Ч, Пт, Ш.
Tanytarsus mendax—у прафундалі на гітыі воз. П.
Eutanytarsus—у літаралі на пясчаным грунце воз. Д, Т.
Pentapedilum—у літаралі на пясчаным грунце воз. П, Д, Пт; у прафундалі на гітыі воз. С.
Polypedilum—у літаралі на пясчаным грунце воз. П, Д, Т, Пт; у прафундалі на гітыі воз. Ш, Пт.
Sergentia—у прафундалі на гітыі воз. С.
Cricotopus—у літаралі, у зарасніках макрафітаў, грунт—пясок воз. Д.
Tanypus—у літаралі, у глеі з дамешкай раслінных рэштак воз. П.
Trichotanypus sagittalis—распаўсюджаная форма ў літаралі і прафундалі воз. П, Д. Т, Ч, Пт. Ш і С.
Psectrotanypus longicalcar—у літаралі на пясчаным грунце воз. Д, Т.
Protenthes kraatzi—у літаралі на заглееным пяску воз. П, Пт.—у прафундалі на гітыі воз. Ч.
Ceratopogon—у прафундалі воз. П, Д, Ч, Пт.
Corethra—у воз. Д, Пт, Ш.

СПІС ЛІТАРАТУРЫ

Арнольд И. 1914 — Отчет о летних исследов. озер Невельского уезда Витебск. губ. Доклад Губ. зем. управ. за 1914 г.

Арнольд И. 1917 — Доклад по исследованию оз. Себеж в 1915-16 г. Доклад VI очередн. Витебск. губ. зем. собр., № 4.

Алпатов В. и Кузмина Н., 1926 — Систематическое положение бокоплава Белого оз. в Косине. Труды Косинской Биол. Станции, вып. 4.

Боруцкий, 1932 — К вопросу о технике колич. учета донной фауны. Тр. Лимнолог. ст. в Косине, вып. 15.

Воронков Н. 1909 — К фауне Rotatoria Минск. губ. Тр. ст. кр. для исслед. рус. прир. IV.

Верещагин Е. и Гильзен К. 1926 — К познанию грунтов некоторых оз. Витебск. губ. Изд. Сапроп. Ком., т. III.

Грандилевская-Дексбах М. 1926 — Chironomidae литоральных зарослей. Тр. Косинской биол. станц., вып. 4.

Грандилевская-Дексбах, М. 1931 — К биологии Chironomidae Переславского оз. Тр. Лимнолог. станц. в Косине, вып. 13-14.

Домрачев П. 1917 — Предварительный отчет по исследов. озер Лепельского уезда. Доклад VI очередн. Витеб. губ. земск. собр., № 5.

Домрачев П. 1921 — Работы Витебск. озерной экспед. Бюллетени Р. Г. И.

Домрачев П. 1922 — К вопросу классификации озер Сев.-Зап. края. Изв. Р. Г. И., № 4.

Домрачев П. 1924 — Рыбхоз. Оценка продуктивности оз. Ильменя. Мат. по исслед. р. Волхово, т. X.

Дексбах Н. 1925 — Дно Косинских озер, как среда и ее обитатели Тр. Косин. биол. ст., вып. 3.

Дексбах Н. 1926 — Мышецкие озера. Тр. Косинск. Биол. станц., вып. 4.

Дексбах Н. 1928 — Донное население Мещерской низменности. Тр. Косин. Биол. станц., вып. 7-8.

Дексбах Н. 1928 — О современн. полож. вопроса об изучении Биолог. типов озер. Тр. III Всерос. с'езда зоолог., анат., гист.

Дексбах Н. и Грандилевская-Дексбах М. 1931 — Донное население и продуктивность дна Переславского озера. Тр. Лимнолог. станц. в Косине, вып. 13-14.

Емельянов М. 1927 — К фауне коловраток Смоленск.губ. Тр. Смоленск. об-ва естеств. и врачей, т. II.

Lenz 1925. — Chironomiden u. Seetypenlehre. Die Naturwissenschaften

Lenz 1927. — Chironomiden aus norwegischen Hochgebirgsseen Nat. Mag. für Naturvidenskaberne в LXVI.

Lundbeck 1926 — Ergeb. d. guantit. Untersuch. d. Bodentieren nord deutsch. Scen. Zeit. f. Fischerei Bd. 24.

Lundbecck 1930. — Die Bodenbevölkerung im Baltischen u. im Alpensee. Die Naturwissenschaften 18 Iahrgang. H. 32.

Липина Н. 1929 — Личинки и куколки хирономид.

Липнева С. 1933 — Донная фауна горных озер района Телецкого озера. Исследов. озер СССР, вып. 3.

Морозов А. 1913 — Доклад в Губ. Земск. Упр. по введению рыбоводства и упорядоч. рыболовства Витебск. губ. (отчеты Витебск. губ. зем. упр. за 1917).

Новиков А. 1907 — Cladocera Минской губ. Тр. студ. кр. для исследов. русск. прир., вып. III.

Новиков А. 1910 — К фауне ракообразных зарастающих озер. Дневник XII с'езда русск. естеств. и врач., № 10, отд. II.

Науман Е. 1927 — Цель и основн. проблемы регион. Лимнол. Перевод Н. Дексбах. Тр. Косин. Биол. станц., вып. 6.

Naumann E. 1921 — Einige Grundlinien d. region Limnol. Lunds Univ. Arsskr. N F. II, 17.

Naumann E. 1921 — Die Bodenablagerung des Süsswassers Arch. für Hydrob. Bd. III.

Пирожников П. 1929 — К познанию озера Сартлана. Тр. Сибирск. Научной рыбхоз. станц., т. IV, вып. 2.
Рылов В. 1918 — Материалы к фауне своб. преснов. Copepoda Сев. Рос. Ежегодн. зоо-музея Р. А. Н., XXII.
Рылов В. 1915 — К планктону некоторых озер Витебск. губ., фауна Copepoda и Cladocera, Тр. имп. Петр. Об-ва естеств., X, IV, 4.
Рылов В. 1922 — Свободно живущие весл. ракообр. (Eucopepoda)
Рассолимо Л. 1928 — Материалы по гидрологии и планктону некоторых водоемов Мещерской низменности. Тр. Косин. Биологич. станц., вып. 7-8.
Рассолимо Л. 1931 — Гидрологич. очерк Переславского озера. Тр. Лимнолог. станц. в Косине, вып. 13-14.
Старк Н. 1927 — Крупинское озеро. Тр. Об-ва изучения прир. Смоленского края, т. IV.
Thienemann. 1925 — Die Binnengewässer Mitteleuropas Bd. I.
Thienemann. 1931. — Der Produktionbegriff in der Biologie. Arch. f. Hydrob. XXII.
Järnefelt 1925. Zur Limnologie einiger Gewässer Finnlands. Annales Societatis-Zoolog-Botanicae Fennicae Vanamo Tom 2. № 5.
Valle 1927. Ökolog-limnologische Unters. üb. die Boden-u. Tiefenfauna in einigen Seen nördlich von Ladoga-See. Acta Zoologica Fennica 2.

ВУЧОНЫЯ ЗАПІСКІ ХІМІЧНАГА І БІЯЛАГІЧНАГА ФАКУЛЬТЭТА
БЕЛАРУСКАГА ДЗЯРЖАЎНАГА УНІВЕРСІТЭТА № 28. 1936 г.

Проф. Э. В. ЗМАЧИНСКИЙ и С. Г. ШМУЙЛОВИЧ

КОМБИНИРОВАННАЯ ПЕРЕРАБОТКА ТОРФА И ФОСФОРИТА НА СПИРТ, ДРОЖЖИ И ПРЕЦИПИТАТ

1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ

Одним из наиболее рациональных способов переработки торфяного мха и очеса является их осахаривание с целью последующего сбраживания сахара на спирт и дрожжи. Максимальные выходы сахара можно получить путем гидролиза торфа концентрированной серной кислотой, причем для рентабельности процесса необходимо использовать кислоту, употреблявшуюся для гидролиза, например, для разложения фосфорита.

При применении концентрированной серной кислоты можно в соответствующих условиях достигнуть полного гидролиза целлюлозы в d-глюкозу. Реакция эта сопровождается образованием целого ряда промежуточных продуктов.

Согласно Heuser'у [1]) гидролиз концентрированной серной кислотой проходит следующие стадии:

1. Образование декстринов целлюлозы.
2. Образование сульфатов декстрина целлюлозы.
3. Омыление сульфатов.
4. Дальнейший гидролиз регенированного декстрина целлюлозы.

Все эти четыре стадии гидролиза протекают одновременно, поэтому изолирование промежуточных продуктов затруднительно. Очевидно только, что одним из первых продуктов гидролиза концентрированными кислотами является декстрин, а последним глюкоза.

Однако для того, чтобы этот процесс можно было проследить экспериментально, необходимо, как показал Ost [2]),

---

[1]) Dr.-Ing Emil Heuser. Химия целлюлозы. Издание технико-экономического совета бум. промышленности. Москва, 1923 г., стр. 124.

[2]) Ost, Zeitschr. f. angew. Chemie, *25*, 1996 (1912).

концентрированный раствор декстрина разбавить водой и нагреть после разбавления.

Также и в концентрированном растворе распад должен был бы протекать в указанном направлении, однако в таком растворе глюкоза нацело разлагается, и в результате продолжительного отщепления воды в конце концов наступает обугливание массы.

Если разбавить концентрированный сернокислый раствор декстрина, примерно, десятикратным количеством воды и нагревать затем разбавленную жидкость в течении нескольких часов, то по окончании реакции обнаруживается, что вся целлюлоза количественно превратилась в виноградный сахар.

Так Monier-Williams [1]) выделил и взвесил чистую глюкозу, полученную количественно в результате предварительного гидролиза целлюлозы 72%-ой серной кислотой в течение недели при комнатной температуре и кипячении в течении 15 часов после разбавления кислоты до 1%.

II. ГИДРОЛИЗ ТОРФЯНОГО МХА КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТОЙ

Для полного гидролиза целлюлозы в глюкозу надо затратить большое количество серной кислоты.

Lüers [2]) для осахаривания 7,5 *г* воздушно-сухих опилок затрачивает 83,52 *г* серной кислоты (моногидрата), а Monier-Williams [3]) на 10 *г* ваты—59,1 *г* серной кислоты.

Влияние концентрации серной кислоты на выход восстанавливающих сахаров

В целях уменьшения расхода кислоты, нами был поставлен целый ряд опытов гидролиза торфяного мха половинным от его веса количеством моногидрата в виде серной кислоты различной концентрации.

При этом мы имели в виду выяснить оптимальные условия гидролиза и добиться не только полного осахаривания геммицеллюлоз, но и частично осахаривания клетчатки.

Методика опыта состояла в следующем: 10 *г* торфяного мха равномерно смачивались серной кислотой, содержащей 5 *г* моногидрата. Через сутки к замоченному мху приливалось 20 *куб. см* воды, после чего внутрь сосуда, где находился мох (в термос емкостью 500 *куб. см*), пропускался пар для нагрева. Прибавка воды перед нагревом необходима во избежание обугливания массы. Благодаря термо-

[1]) Q. W. Monier-Williams. Journ. of the Chemical Soc. of London, *119*, 803 (1921).

[2]) H. Lüers, Zeitschr. f. angewandte Chemie, *45*, 369—76 (1932).

[3]) l. c.

изоляции в сосуде конденсировалась только небольшая часть пара, которая в течении гидролиза увеличивала разведение кислоты. Большая же часть пара удалялась из термоса через пароотводную трубку.

Для того, чтобы уменьшить непроизводительную затрату пара, пар пропускался в термос с перерывами, и гидролиз протекал при температуре 95—100°.

Результаты гидролиза приведены в табл. 1.

Таблица № 1

Влияние концентрации кислоты на выход сахара

Влажность мха—13,60%

Навеска воздушно-сухого мха в граммах	Продолжительн. замочки в сутках	Концентрация серной кислоты в %%	Количество серной кислоты (моногидрата) в граммах	Продолжительность гидролиза паром в часах	Разведение[1]) после гидрол. паром	Общий выход сахара на воздушно-сухой мох в %%	Общий выход сахара на абсолютно-сухой мох в %%
10	1	80	5	4	1 : 10,6	23,78	27,52
10	1	60	5	4	1 : 11,0	22,35	25,86
10	1	50	5	4	1 : 13,5	21,35	24,71

Из таблицы следует, что наибольшие выхода восстанавливающих сахаров получаются при предварительной замочке торфяного мха 80% серной кислотой. При последующих опытах мох замачивался кислотой этой же концентрации, но из рассчета 5 *г* моногидрата на 10 *г* абсолютно-сухого мха.

Влияние продолжительности замочки и продолжительности гидролиза паром на выход сахара

Следующие серии опытов заключались в установлении влияния продолжительности предварительной замочки и продолжительности гидролиза при нагревании паром.

Цифровые данные приведены в табл. 2 и 3, а также в диаграммах 1-й и 2-й.

На основании этих данных можно сделать заключение, что наиболее *выгодными* условиями гидролиза являются *трехдневная замочка и трехчасовое нагревание паром.*

Увеличение продолжительности нагревания до 4—8 часов является нерентабельным, хотя и дает небольшое увеличение осахаривания. Одновременно увеличивается разведение и падает концентрация сахара в гидролизате.

[1]) См. сноску к табл. 2

Таблица № 2

Влияние продолжительности замочки на выход сахара при гидролизе паром в термосе

Разведение перед гидролизом паром 1 : 2 [1])

Влажность мха—12,27%

Навеска абсолютно-сухого торфа в граммах	Продолжительн. замочки в сутках	Концентрация серной кислоты в %%	Количество серной кислоты (моногидрата) в граммах	Продолжительн. гидролиза паром в часах	Разведение после гидролиза паром	Выход сахара в % на абсолютно-сухой мох	Колич. граммов сахара в 100 *куб. см* гидролизата
10	0	80	5	4	1 : 7,6	22,83	3,00
10	1	80	5	4	1 : 8,0	27,50	3,43
10	2	80	5	4	1 : 8,1	28,01	3,45
10	3	80	5	4	1 : 7,4	29,80	4,03
10	4	80	5	4	1 : 7,5	29,82	3,97
10	5	80	5	4	1 : 7,55	29,73	3,93
10	6	80	5	4	1 : 7,8	29,85	3,82

Таблица № 3

Влияние продолжительности гидролиза паром на выход сахара

Разведение перед гидролизом паром 1 : 2

Влажность мха—12,81%

Навеска абсолютно-сухого мха в граммах	Продолжительн. замочки в сутках	Концентрация серной кислоты в %%	Количество серной кислоты (моногидрата) в граммах	Продолжительн. гидролиза паром в часах	Разведение после гидролиза паром	Выход сахара в %% на абсолютно-сухой мох	Колич. граммов сахара в 100 *куб. см* гидролизата
10	3	80	5	2	1 : 6,0	27,50	4,58
10	3	80	5	3	1 : 6,6	29,20	4,42
10	3	80	5	4	1 : 7,4	29,85	4,03
10	3	80	5	6	1 : 9,9	30,52	3,08
10	3	80	5	8	1 : 12,27	31,50	2,57
10	3	80	5	10	1 : 13,4	30,30	2,46

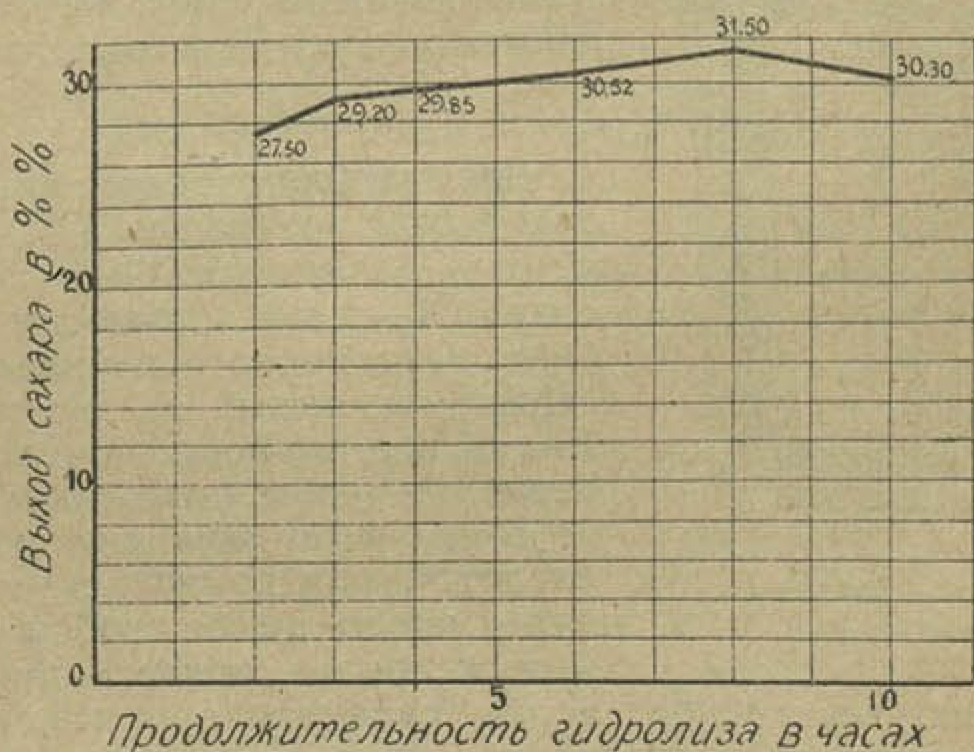
[1]) Разведением мы называем отношение веса абсолютно-сухого торфа в граммах к об'ему жидкости в куб. см.

Диаграмма 1.

Влияние продолжительности замочки на выход сахара при гидролизе паром в термосе.

На основании вышеприведенных опытов был поставлен целый ряд гидролизов в бо́льшем масштабе. Так, например, проводилась серия опытов с 500 *г* торфяного мха в 5-литровой колбе. Во избежание теплоотдачи колба обмазывалась азбестом и обкладывалась мхом. Так как при разведении 1 : 2 при гидролизе паром в колбе наблюдалось обугливание, то во избежание этого, к торфу, замоченному 80% серной кислотой, перед гидролизом паром прибавлялась промывная вода от предыдущего опыта в отношении 1 : 5. После окончания гидролиза разведение не превышало 1 : 7, а концентрация сахаров *в гидролизате*

Диаграмма 2.



Влияние продолжительности гидролиза паром на выход сахара.

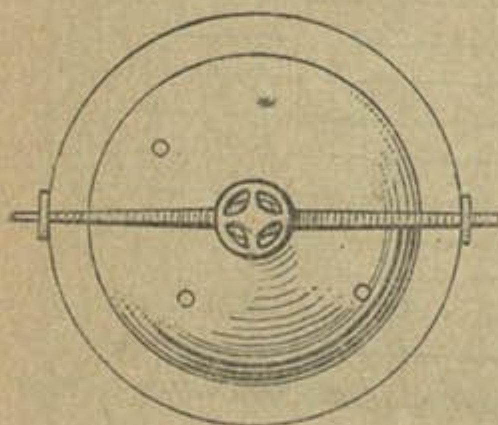
доходила до 5-6 г восстанавливающих сахаров в 100 куб. см раствора, при выходе сахара в 28 — 30% на абсолютно-сухой мох.

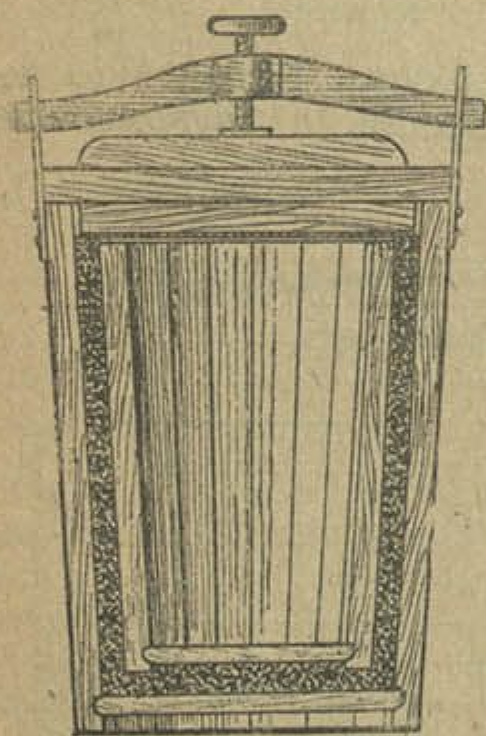
III. ГИДРОЛИЗ ТОРФЯНОГО ОЧЕСА В ОПЫТНОЙ УСТАНОВКЕ

Аппаратура для гидролиза

При дальнейших опытах материалом для гидролиза служил *торфяной очес*, полученный от торфозавода при станции Татарка Зап. ж. д. Очес гидролизировался в деревянном дубовом чане емкостью в 30 литров. Чан имел двойные стенки, промежуток между которыми был заполнен мхом. Последний, как известно, обладает хорошей теплоизоляционной способностью. Чан герметически закрывался крышкой с резиновой прокладкой, в которой было проделано 3 отверстия: для пароприводной трубки, термометра и пароотводной трубки. К пароотводной трубке присоединялся холодильник, причем конденсат собирался в приемник. Пар подавался из парообразователя емкостью в 20 литров. Внутренний диаметр пароприводной трубки равнялся 4 *мм*. Пароприводная трубка была снабжена спиральным, из 3-х оборотов, пароперегревателем.

Чертеж чана.





Масштаб 1:10

Замочка торфа

Для гидролиза брался воздушно-сухой очес в количестве 1,2—2,4 *кг*, что при влажности 16,12% соответствует 1—2 *кг* абсолютно-сухого. Очес равномерно замачивался 80% серной кислотой из рассчета на 1 *кг* абсолютно-сухого очеса—0,5 *кг* серной кислоты (моногидрата).

Замочка концентрированной кислотой при комнатной температуре представляет собой первичный гидролиз, приводящий к образованию декстринов и их сульфатов; при последующем вторичном гидролизе предварительная замочка приводит к увеличению выхода сахара от 22% до 28—30%. При самом процессе замочки торфяного мха и очеса 80% серной кислотой была замечена сильная *усадка торфа*. Так, например, 1 *кг* незамоченного очеса занимает об'ем 17,85 литров; тот-же очес, но замоченный серной кислотой, занимает уже об'ем 10,7 литров. Следова-

тельно, усадка торфа от замочки крепкой серной кислотой составляет 40%.

Вторичный гидролиз паром

Сам процесс гидролиза паром в чане (вторичный гидролиз) производился в условиях, несколько отличных от условий лабораторных опытов. Первоначально в чан загружалась только *половина* замоченного торфяного очеса. Очес заливался промывной водой [1]) от предыдущего гидролиза из рассчета: на 1 *кг* абсолютно-сухого очеса—10 литров воды и гидролизовался в течение часа при температуре 98—100°. Благодаря разведению, гидролиз торфа при нагревании происходил в кислоте, в 100 куб. см которой содержалось около 9 *г* серной кислоты (моногидрата). При гидролизе происходила дальнейшая усадка очеса, так что по истечении первого часа оказывалось возможным загрузить в чан *вторую половину* замоченного торфяного очеса, и уже весь очес гидролизовался 2—2$^1/_2$ часа при температуре 95—100° и при прерывном пропускании пара.

По окончании гидролиза разведение по отношению ко *всему* очесу доходило до 1 : 6,7, а концентрация серной кислоты составляла 10,08—10,40 *г* серной кислоты (моногидрата) в 100 *куб. см* гидролизата. После гидролиза 2-х *кг* торфяного очеса об'ем гидролизата (жидкости и твердого остатка) составлял 16 литров, следовательно, пропускная способность чана составляет: 2 *кг* абсолютно-сухого торфяного очеса на 16 литров или 125 *г* на 1 литр.

Гидролизат отделялся от лигнинового остатка отсасыванием на фильтрах Нутча; остаток промывался горячей водой до полного удаления сахара.

Промывная вода не смешивалась с основным фильтратом, а полностью использовывалась при следующем гидролизе для разведения торфа, замоченного крепкой серной кислотой.

Расход пара

На 1 *кг* абсолютно-сухого очеса расход пара, вычисленный теоретически, составляет 1,11 *кг*. Из опыта же найдено, что для гидролиза 1 *кг* абсолютно-сухого очеса в опытной аппаратуре расходуется 1,88 *кг* пара, считая тот пар, который сконденсировался в чане и в холодильнике за чаном. При работе в чане большего размера надо ожидать сокращения расхода пара.

Изучение условий гидролиза в чане

Для выяснения оптимальных условий осахаривания в чане были поставлены 2 серии опытов по изучению влияния:

[1]) Промывная вода получается при промывке неосахаренного остатка и содержит серную кислоту и сахар.

1) продолжительности предварительной замочки и 2) продолжительности вторичного гидролиза паром.

Результаты приведены в таблицах 4 и 5 и диаграммах 3 и 4. Из таблиц и диаграмм видно, что наиболее благоприятными условиями являются 2—3-дневная замочка и продолжительность гидролиза паром—3 часа.

Таблица № 4

Влияние продолжительности замочки на выход сахара

Влажность очеса—16,12%

Навеска абсолютно-сухого очеса в граммах	Продолжительн. замочки в сутках	Концентрация серной кислоты в %%	Количество серной кислоты (моногидрата) в граммах	Продолжительн. гидролиза паром в часах	Выход сахара в %% на абсолютно-сухой очес	Количество сахара в граммах в 100 *куб. см* гидролизата
1000	0	80	500	1 ч. + 2 ч.	22,33	4,32
1000	1	80	500	1 ч. + 2 ч.	24,48	4,85
2000	2	80	1000	1 ч. + 2 ч.	27,80	5,65
2000	3	80	1000	1 ч. + 2 ч.	28,15	5,80

Таблица № 5

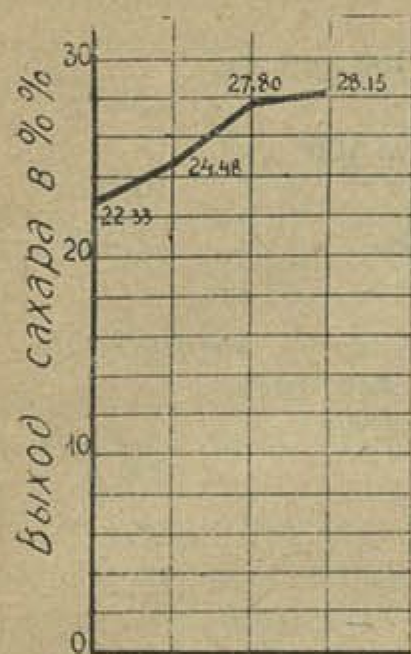
Влияние продолжительности гидролиза паром на выход сахара

Влажность очеса—16,12%.

Навеска абсолютно-сухого очеса в граммах	Продолжительн. замочки в сутках	Продолжительн. гидролиза паром (см. стр. 269)	Концентрация серной кислоты в %%	Количество серной кислоты (моногидрата) в граммах	Выход сахара в %% на абсолютно-сухой очес	Количество сахара в граммах в 100 *куб. см* гидролизата
2000	2	1 ч. + 1 ч.	80	1000	25,38	6,5
1000	2	1 ч. + 1 ч. 30 м.	80	500	25,33	4,94
2000	2	1 ч. + 2 ч.	80	1000	27,80	5,65
1000	2	1 ч. + 2 ч. 30 м.	80	500	27,01	4,68

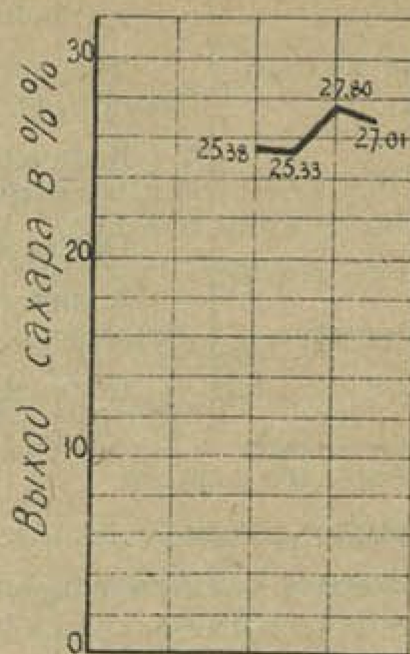
При соблюдении выработанных оптимальных условий был проведен один контрольный опыт, результаты которого даны в табл. 6-й.

Диаграмма 3.



Влияние продолжительности замочки на выход сахара.

Диаграмма 4.



Влияние продолжительности гидролиза паром на выход сахара.

Таблица № 6

Пробный гидролиз очеса, проведенный при оптимальных условиях

Влажность очеса—16,12%.

Все результаты перечислены на абсолютно-сухой очес.

Общий вес абсолютно-сухой массы очеса . . . 2000 г

Общее количество осахаривающихся веществ в очесе . 47,03%

Первичный гидролиз (замочка серной кислотой)	Продолжительность замочки .	3 дня
	Концентрация серной кислоты .	80%
	Количество серной кислоты (моногидрата)	1000 г
Добавление промывной воды для разведения	Количество промывной воды от предыдущего гидролиза. . .	10 литров
	Количество сахара в 100 *куб. см* промывной воды	2,28 г
	Количество кислоты в 100 *куб. см* промывной воды	4 г
Вторичный гидролиз паром	Продолжительность нагрева первой половины замоченного торфа для поднятия температуры от 20 до 100°	1 ч. 40 м.
	Продолжительность нагрева при 100° первой половины замоченного торфа	1 ч.
	Продолжительность нагрева для вторичного поднятия температуры до 100°	0 ч. 15 м.
	Продолжительность нагрева при 100° первой и второй половины торфяной массы	2 ч. 00 м.
	Общая продолжительность вторичного гидролиза	4 ч. 55 м.
	Разведение после гидролиза паром.	1 : 6,7

Фильтрование гидролизата	Об'ем фильтрата	9400 *куб. см*
	Удельный вес	1,1
	Количество сахара в 100 *куб. см.* фильтрата	5,80 *г.*
	Количество кислоты в 100 *куб. см.* фильтрата	10,08 *г.*
Промывка остатка	Об'ем промывной воды	12,420 литр.
	Количество сахара в 100 *куб. см* промывной воды	1,98 *г.*
	Количество серной кислоты в 100 *куб. см* промывной воды	2,77 *г.*
Вес лигнинового остатка		900 *г.*
Общий выход сахара		28,15%.
Выход сахара в отжатом гидролизате		27,26%.

IV. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПРЕЦИПИТАТА ИЗ ФОСФОРИТА

При гидролизе торфа различными кислотами одной из основных задач является регенерация или использование серной кислоты. Мы решили серную кислоту, при помощи которой был произведен гидролиз торфа, употребить на производство преципитата.

Разложение фосфорита и получение фосфорной кислоты

К гидролизату прибавляется фосфорит в таком количестве, чтобы серная кислота, содержащаяся в гидролизате, полностью разложила фосфорит до фосфорной кислоты.

При рассчетах количества фосфорита, необходимого для реакции, нужно иметь в виду, что в фосфорите имеется $CaCO_3$, который также вступает во взаимодействие с серной кислотой.

Имеет также большое значение выбор концентрации серной кислоты, с помощью которой ведется разложение. На основе произведенных нами опытов, концентрацию серной кислоты в гидролизате, равную 10—11%, следует признать вполне удовлетворительной для разложения белорусских фосфоритов, содержащих 15—17% P_2O_5.

Мы на 3000 *куб. см* гидролизата, содержащего 302,4 *г* серной кислоты, взяли 772,2 *г* фосфорита с влажностью 2,19%, содержащего 15,75% P_2O_5 и 2,88% CO_2 на основании следующего рассчета [1]). На каждую одну весовую часть P_2O_5 необходимо затратить 2,08 весовой части серной кислоты. На каждую одну весовую часть CO_2—2,22 весовой части серной кислоты. Имея анализ фосфорита в процентах

[1]) Л. В. Владимиров, Производство преципитата. Госхимтехиздат, 1932 г., стр. 75.

и умножая содержание в нем P_2O_5 на коэфициент 2,08, а содержание CO_2 на коэфициент 2,22, мы получаем количество необходимой серной кислоты для разложения 100 весовых частей фосфорита.

После обработки фосфорита кислым гидролизатом, неразложившийся остаток и гипс (фосфогипс) отделяются от раствора сахара и фосфорной кислоты фильтрованием на Нутче.

Фосфогипс содержит небольшое количество фосфорной кислоты (1,90% P_2O_5) и может служить удобрением для кормовых трав. Кроме того, он может быть переработан в сульфат аммония.

Остающийся на фильтре фосфогипс содержит еще много поглощенного гидролизата; последний вымывают горячей водой. *Промывание ведется сначала таким об'емом воды, который равен об'ему гидролизата, задержанного осадком.* Собирая эту воду, мы получаем первую промывную воду. Первая промывная вода сливается с основным отфильтрованным сахарным раствором, содержащим и фосфорную кислоту. Фосфогипс промывается еще раз таким же количеством воды; полученная *вторая* промывная вода употребляется при последующих разложениях фосфорита в качестве *первой* промывной воды для промывки фосфогипса.

Получение преципитата

Полученный раствор фосфорной кислоты и сахара нейтрализуется мелом и гашенной известью для осаждения преципитата. При производстве преципитата концентрация фосфорной кислоты не должна быть ниже 1% P_2O_5. В 100 *куб. см* нашего раствора содержалось 3,451 *г* P_2O_5.

Для нейтрализации фосфорной кислоты к раствору прибавляют сначала мел, а затем известковое молоко [1]) с таким рассчетом, чтобы соотношение между окисью кальция в меле и известковом молоке были 2 : 1. Когда весь мел прибавлен к фосфорной кислоте, окончание нейтрализации производится с помощью известкового молока. Последнее добавляется до того момента, пока в одном *куб. см* сахарного раствора не останется такое количество кислоты, которое требует для нейтрализации 0,5 *куб. см* 0,1 нормального раствора едкого натра при индикаторе лакмусе [2]). При таких условиях получается кислотность

[1]) Л. В. Владимиров, Производство преципитата. Госхимтехиздат, 1932 г., стр. 22. См. также „К вопросу организации Пропойского энергохимкомбината БССР". Сообщение зав. секции минеральных удобрений НИИ промышленности БССР, стр. 65. Литограф. издание Управления Уполномоченного НКТП СССР при СНК БССР.

[2]) Ввиду того, что раствор окрашен, добавка к нему лакмусового раствора нецелесообразна, и реакция испытывается на лакмусовую бумажку.

сахарного раствора, благоприятная для спиртового брожения.

На 3000 *куб. см* раствора сахара и фосфорной кислоты ушло мела 163 *г*, а извести 82 *г* при содержании окиси кальция в меле 52,53%, а в извести—49,29%.

Полученный преципитат отфильтровывается, как и фосфогипс, отсасыванием на Нутче и промывается аналогично фосфогипсу с той только разницей, что для промывания преципитата употребляют холодную воду [1]). Первая промывная вода добавляется к основному сахарному раствору, вторая промывная вода служит первой промывной водой при промывании следующего преципитата.

Полученный нами преципитат имел следующий состав:

Общее количество P_2O_5 . . .	25,64%	на абсол. сухое вещ.
Лимонно-растворимого (усвояемого) P_2O_5	25,03%	„ „ „
Воды (в препарате после просушки на воздухе при комнатной температуре)	8,09%	

Владимиров [2]) приводит следующий средний состав преципитата:

Общее содержание P_2O_5 . . .	29,1%
Лимонно-растворимого P_2O_5 . .	28,1%

Состав преципитата колеблется в ту или иную сторону в зависимости от сырья и условий производства.

В результате двукратного фильтрования (после разложения фосфорита и преципитирования) и разбавления раствора промывными водами концентрация сахара в гидролизате понижается на 0,7—0,8%, а выход сахара на 2—3%.

Ход разложения фосфорита серной кислотой гидролизата и ход преципитирования в контрольном опыте приведены в таблице 7.

Из таблицы видно, что потеря сахара, содержащегося в гидролизате после всех операций, предшествующих сбраживанию, составляет:

$$\frac{(27,26 - 24,44) . 100}{27,26} = 10,3\% .$$

Что касается фосфорной кислоты, то использование ее отражено в таблице 8.

Как видно из цифр, приведенных в таблице, использование фосфорной кислоты весьма удовлетворительно, так как потеря составляет 4,7% от общего количества P_2O_5, содержащегося в переработанном фосфорите.

---

[1]) Л. В. Владимиров, Производство преципитата. Госхимтехиздат, Москва, 1932 г., стр. 20.

[2]) Там-же, стр. 53.

Таблица № 7

	Об'ем раствора в *куб. см*	Удельный вес	В 100 *куб. см* раствора содерж. сахара в граммах	Всего сахара в граммах	Содержание кислоты	Выход сахара в %% на абсол.-сухой очес
Исходный гидролизат	3000	1,1	5,86 [1])	175,8	В 100 *куб. см* раствора 10,08 *г* серной кислоты	27,26
Фильтрат после разложения фосфорита	2400	1,075	5,86	140,64	—	—
1-я промывная вода от фосфогипса	600	—	3,40	20,40	—	—
2-я промывная вода от фосфогипса	600	—	1,37	8,22	—	—
Фильтрат после разложения фосфорита плюс 1-я промывн. вода	3000	1,065	5,40	162,0	В 100 *куб. см* раствора 3,451 *г* P_2O_5	—
Фильтрат после преципитирования	2430	1,045	5,2	126,36	—	—
1-я промывная вода от преципитата	600	1,027	4,6	27,60	—	—
2-я промывная вода от преципитата	665	—	0,5	3,32	—	—
Фильтрат от преципитата плюс 1-я промывная вода	3030	1,040	5,15	156,045	В 100 *куб. см* раствора 0,472 *г* P_2O_5 На 1 *куб. см* раствора 0,68 *куб. см* $^1/_{10}$N NaOH по лакмусу	24,44

Таблица № 8

Наименование продуктов	Количество продуктов весовое или об'емное	Влажность в %%	Содержание P_2O_5	
			В %%	В граммах
Фосфорит	772,2 *г*	2,19	15,45	121,59
Фосфогипс	893,0 *г*	11,19	1,687	15,06
Фильтрат от фосфогипса плюс первая промывная вода	3000 *куб. см*	—	В 100 *куб. см* раствора P_2O_5 3,451 *г*	103,53
Преципитат	367 *г*	8,09	23,56	86,46
Фильтрат от преципитата плюс 1-я промывная вода	3030 *куб. см*	—	В 100 *куб. см* раствора P_2O_5 0,472 *г*	14,30

[1]) Согласно определению перед разложением фосфорита (см. табл. № 6).

V. СБРАЖИВАНИЕ САХАРНОГО РАСТВОРА

Опыты по сбраживанию сахарного раствора, полученного после осаждения преципитата, производились в Научно-исследовательском институте пищевой промышленности БССР инженером М. Д. Марголиным. Эти опыты показали, что выход абсолютного спирта составляет около 70 литров на 1 тонну абсолютно-сухого очеса.

ДОПОЛНЕНИЕ

После того, когда статья была написана, были проделаны дополнительные опыты гидролиза с соблюдением всех предыдущих условий, с той только разницей, что для гидролиза мы вместо 2 *кг* торфяного очеса брали 1,7 *кг* из рассчета на абсолютно-сухое вещество. В результате оказалось, что затрачивая для гидролиза прежнее количество серной кислоты мы получили большие выхода восстанавливающих сахаров, а именно вместо 27—28% имеем 33—35%.

Теперь одна операция при меньшем расходе торфа дает нам даже большее количество сахара, нежели прежде. Концентрация сусла, сдаваемого для брожения, осталась равной 5%. Выход сахара после преципитирования несколько уменьшается и составляет 30—32%. При этом выходе из одной тонны очеса получается 85 литров спирта.

Помимо сбраживания торфяного сахара на спирт Научно-исследовательским Институтом пищевой промышленности были произведены опыты получения *дрожжей из торфяного сахара.* Эти опыты показали, что 100 *г* восстанавливающих веществ дают 100 *г* дрожжей, что в пересчете на одну тонну абсолютно-сухого торфяного очеса составляет около 300 *кг* дрожжей. В отношении под'емной силы торфяные дрожжи не уступают дрожжам из мелассы; они стойки при хранении и богаты белковыми веществами; поэтому торфяные дрожжи могут быть использованы как при выпечке теста, так и в качестве питательного продукта, содержащего белки, жиры, углеводы и витамины.

ВЫВОДЫ

1. Разработан метод гидролиза торфа, состоящий в том, что торф подвергается сначала предварительной трехдневной замочке крепкой серной кислотой, которая берется с таким рассчетом, чтобы на одну весовую часть абсолютно-сухого торфа приходилось 0,5—0,6 весовой части серной кислоты (моногидрата); а затем после разбавления промывной водой от предыдущей операции торф подвергается вторичному гидролизу при нагревании паром.

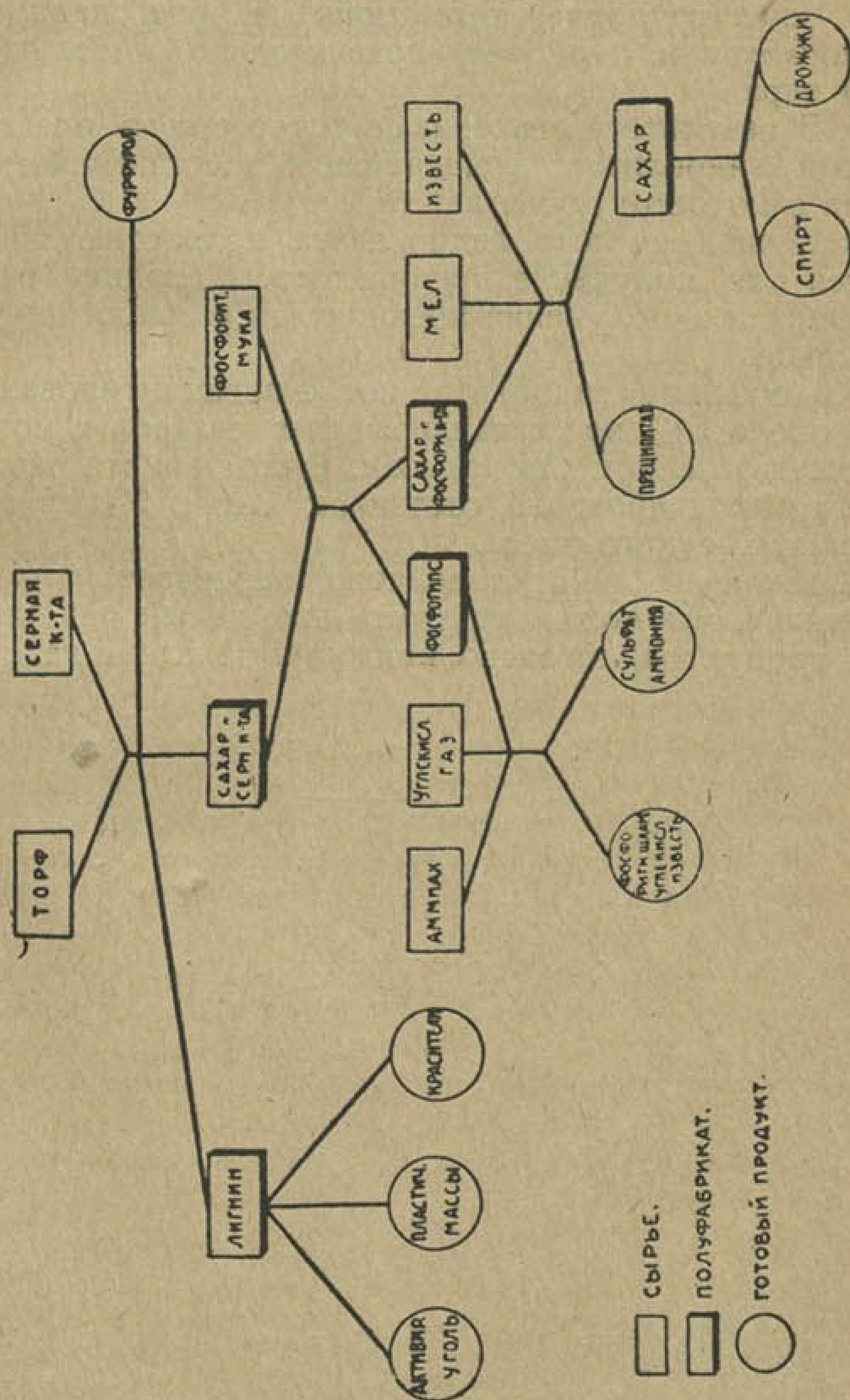


СХЕМА КОМБИНИРОВАННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТОРФА И ФОСФОРИТА
ТОРФ
СЕРНАЯ К-ТА
ФУРФУРОЛ
САХАР-СЕРН. К-ТА
ЛИГНИН
АКТИВИР. УГОЛЬ
ПЛАСТИЧ. МАССЫ
КРАСИТЕЛИ
ФОСФОРИТ. МУКА
АММИАК
УГЛЕКИСЛ. ГАЗ
САХАР-ФОСФОРН. К-ТА
МЕЛ
ИЗВЕСТЬ
САХАР
СПИРТ
ДРОЖЖИ
ПРЕЦИПИТАТ
СУЛЬФАТ АММОНИЯ
СЫРЬЕ.
ПОЛУФАБРИКАТ.
ГОТОВЫЙ ПРОДУКТ.

Гидролиз паром производится в 2 приема, т. е. с догрузкой. Выход восстанавливающих сахаров составляет 33—35% от веса абсолютно-сухого вещества.

2. Сконструирована деревянная аппаратура для вторичного гидролиза торфа при нагревании паром. Эта аппаратура кислотоупорна, герметична и, благодаря хорошей термоизоляции, требует сравнительно небольшого расхода пара.

3. В результате осахаривания торфяного очеса получен кислый гидролизат, концентрация восстанавливающих сахаров в котором достигает 6%.

4. Серная кислота гидролизата полностью используется для получения преципитата. Методика разложения фосфорита и получение преципитата разработаны от начала до конца.

5. Торфяной гидролизат после преципитирования содержит около 5% восстанавливающих сахаров и может быть сброжен на спирт или дрожжи. Выход спирта равен 85 литрам, а выход дрожжей составляет около 300 *кг* на 1 тонну абсолютно-сухого очеса.

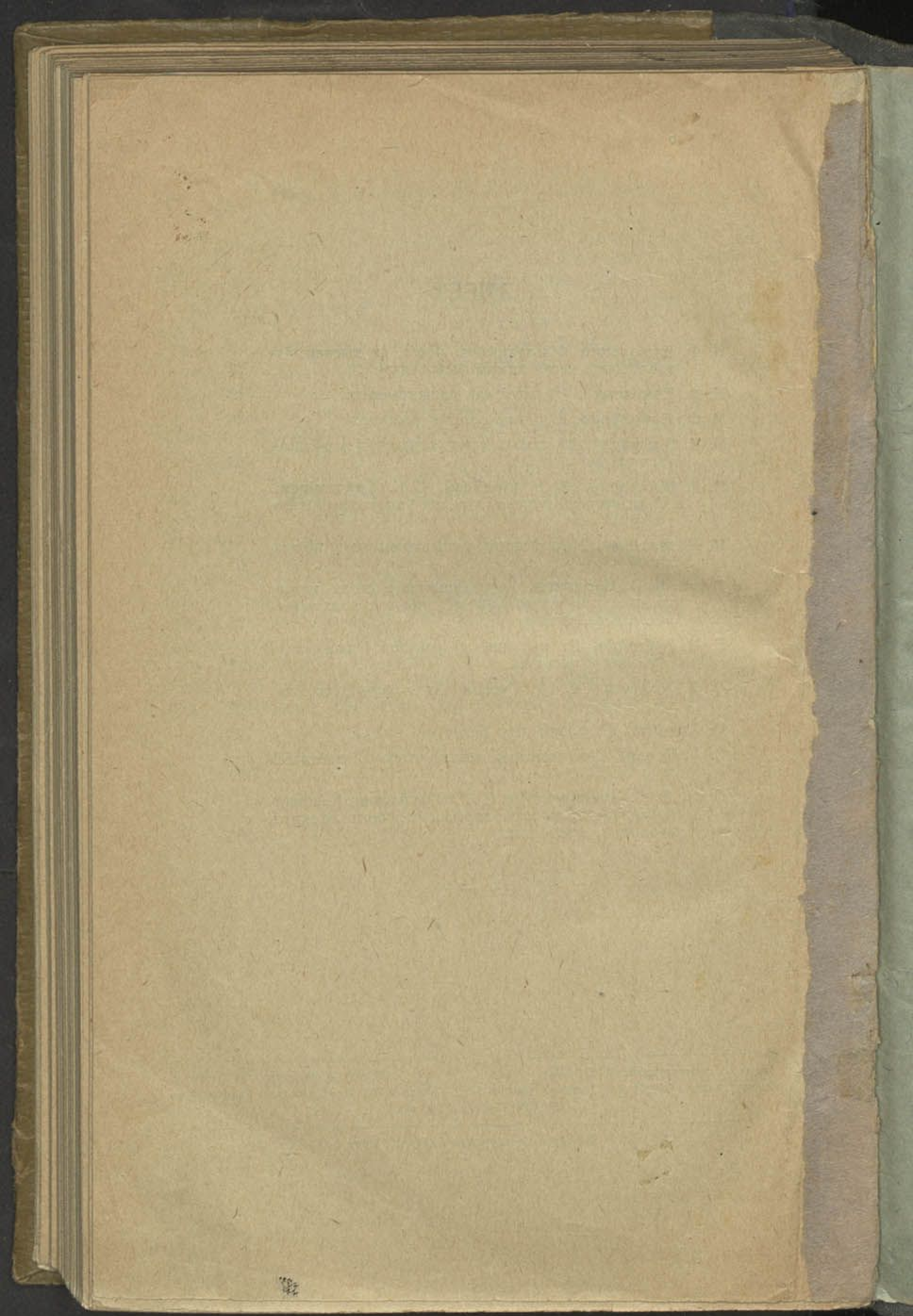
6. Включая в производство переработку фосфогипса и лигнина, мы можем получить еще целый ряд весьма ценных продуктов, согласно прилагаемой схеме на стр. 277.

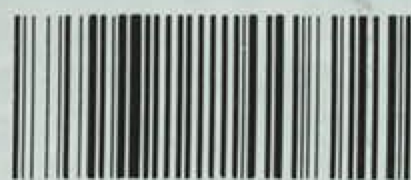
ЗМЕСТ

Стар.

Здана ў вытворчасць 23-IX 1935 г. Падпісана да друку 20-V 1936 г.
Фармат паперы 61×94 см. Друкав. аркуш. 17½.—Заказ № 785. Упаўнаважаны Галоўлітбела № 1952. Тыраж 1.000 экз.

Друкарня Беларускай Акадэміі Навук




B000002465966